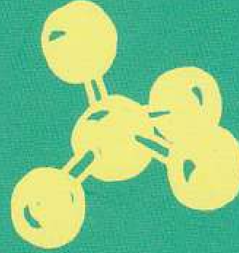
The Story of Chemistry

வேதியியலின் கதை



அமிலம்அல்கலைவினைகள்
வினையூக்கிசமன்பாடுஅணு
நெருப்புசோதனைஎலெக்ட்ரான்
துகள்அலைநிறமாலைகருவிகள்
ஒளிரேடிகல்உலோகம்உப்பு
கதிர்வீச்சுஇணைதிறன்குறியீடு
மூலக்கூறுசேர்மம்குவாண்டம்

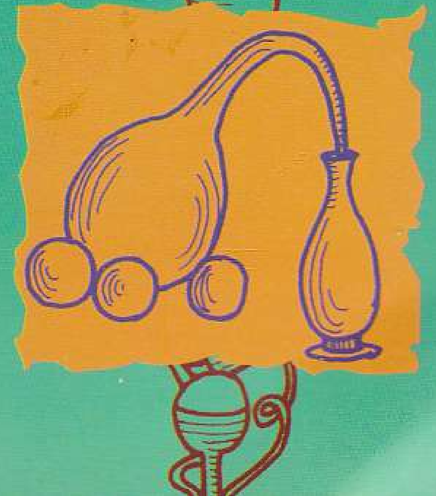




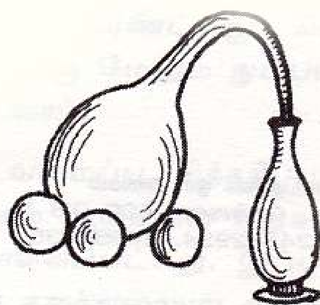


அனிர்பன் ஹஸ்ரா

தமிழில்: மோ. மோகனப்பிரியா

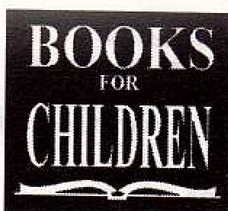


வேதியியலின் கதை



அனிர்பன் ஹஸ்ரா
வடிவமைப்பு - மதுவந்தி அனந்தராஜன்

தமிழில்
மோ. மோகனப்பிரியா
வடிவமைப்பு - த. பெருமாள்ராஜ்



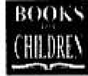
Vethiyalin Kathai *(in Tamil)*
original published under the title THE STORY OF CHEMISTRY
ANIRBAN HAZRA
Design: MADHUVANTHI ANANTHARAJAN
Special thanks to : ARVIND GUPTA
Translated by : Mo. Mohanapriya
First Published: December 2020
BOOKS FOR CHILDREN
im print of Bharathi Puthakalayam
7, Elango Salai, Teynampet, Chennai - 600 018
Email: bharathiputhakalayam@gmail.com | www.thamizhbooks.com

வேதியியலின் கதை

அனிர்பன் ஹஸ்ரா

தமிழில்: மோ. மோகனப்பிரியா

முதல் பதிப்பு: டிசம்பர், 2019
வெளியீடு:



புக்ஸ் ஃபார் சில்ரன் - பாரதி புத்தகாலயத்தின் ஓர் அங்கம்
7, இளங்கோ சாலை, தேனாம்பேட்டை, சென்னை 600 018
தொலைபேசி : 044 24332424, 24332924, 24356935
விற்பனை உரிமை



விற்பனை நிலையங்கள்
மதுரை: 37A, பெரியார் பேருந்து நிலையம் - 045 22324674
ஈரோடு: 39: 39 ஸ்டேட் பாங்க் சாலை - 9245448353
திண்டுக்கல்: பேருந்து நிலையம் - 9942331105, 9976053719
பழனி: பேருந்து நிலையம் அருகில் - 9442883696
திருப்பூர்: 447, அவினாசி சாலை - 9486105018
சேலம்: பாலம் 35, அத்வைத ஆஸ்ரமம் சாலை 0427 2335952
திருவல்லிக்கேணி: 48, தேரடி தெரு - 9444428358
வடபழனி: பேருந்து நிலையம் எதிரில் அடையார்
ஆனந்தபவன் மாடியில் - 9444476967
பெரம்பூர்: 52, கூக்ஸ் ரோடு - 9444373716
திருவாரூர்: 35, நேதாஜி சாலை - 9442540543
சேலம்: 15, வித்யாலயா சாலை சாலை
திருநெல்வேலி: 25A, ராஜேந்திரநகர் - 9442149961
அருப்புக்கோட்டை: 31, அகமுடையார் மஹால் - 9994173551
மதுரை: சர்வோதயா மெயின்ரோடு
குன்னூர்: N.K.N வணிக வளாகம் பெட்போர்ட்
செங்கல்பட்டு: 1 D ஜி.எஸ்.டி சாலை - 044 27426964
விருதுநகர்: 131, கச்சேரி சாலை - 0456 2245300
கும்பகோணம்: 352, ரயில் நிலையம் எதிரில் - 9443995061
வேலூர்: பேஸ் III, சத்துவாச்சாரி - 9442553893
நெய்வேலி: பேருந்து நிலையம் அருகில், - 9443659147
தஞ்சாவூர்: காந்திஜி வணிக வளாகம் காந்திஜி சாலை - 9655542400
கோவை: 77, மசக்காளிபாளையம் ரோடு, பீளமேடு - 8903707294
திருச்சி: வெண்மணி இல்லம், கரூர் புறவழிச்சாலை - 9994289492
திருவண்ணாமலை: முத்தம்மாள் நகர்
நாகர்கோவில்: 699 கே.பி.ரோடு R.V.புரம் - 9443450111
சிதம்பரம்: 22A / 18B தேரடி கடைத் தெரு,
கீழவீதி அருகில் - 9994399347
கரூர்: நாரத கானசபா அருகில் (TNGEA OFFICE) - 9442706676
காரைக்குடி : 12, 2 வது தெரு, கம்பன் மணிமண்டபம் பின்புறம் - 9443406150

நினைத்த நூல்கள்... நினைத்த நேரத்தில்... thamizhbooks 8778073949

ரூ.110/-

அச்சு : மணி ஆப்செட் சென்னை - 600 078.

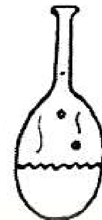
முன்னுரை

வேதியியலின் கதையினை பழங்காலம் முதல் இன்றைய நவீன வேதியியலின் வளர்ச்சி வரை பள்ளி மாணவர்கள், பொதுமக்கள் உள்ளிட்ட வாசகர்களுக்கு சேர்ப்பதே இந்நூலின் நோக்கமாகும். இதிலுள்ள மரபுசாரா படவிளக்கங்களை நீங்கள் விரும்புவீர்கள் என்றே நம்புகிறோம்.

நல்ல புரிதலை ஏற்படுத்தும் விருப்பத்துடன் நாங்கள் இப்புத்தகத்தினை வடிவமைப்பதில் சில உரிமைகளை எடுத்துக்கொண்டுள்ளோம். உதாரணமாக அறிஞர்கள் கூறியுள்ள மேற்கோள்களை அவ்வாறே குறிப்பிடாமல் சில இடங்களில் அதன் பொருள் மாறாவண்ணம் சுருக்கமான வடிவத்தில் குறிப்பிட்டுள்ளோம். ஹென்றி எம். லெஸ்டர் அவர்களின் "த ஹிஸ்டாரிக்கல் பேக்கிரவுண்ட் ஆப் கெமிஸ்ட்ரி" போன்ற புத்தகங்கள் வாசகர்களுக்கு மேலும் நுட்பமான புரிதலை ஏற்படுத்தப் பயன்படலாம்.

புத்தகத்தின் வடிவமைப்பு, சித்தரிப்புகள், பக்கஅமைப்பு மற்றும் டிஜிட்டலாக்கம் ஆகியவை மதுவந்தி அனந்தராஜன் அவர்களால் மேற்கொள்ளப்பட்டது. இப்புத்தகம் தொடர்பான அவருடனான எனது கலந்துரையாடல்கள், விருப்புகள், மறுப்புகள் ஆகியவை இப்புத்தகத்தினை சிறப்பாக வடிவமைக்க உதவின. இப்பணியில் அவரின் பங்களிப்பிற்கு எனது மனமார்ந்த நன்றிகள்.

இப்புத்தகம் பலரின் உதவியில்லாமல் வெளிவந்திருக்க இயலாது. அரவிந்த் குப்தா
(IUCAA-Inter University centre for Astronomy and Astrophysics) அவர்கள் மிகப்பெரும் உந்துவிசையாக செயல்பட்டார். இப்புத்தகத்தின் கருத்தாக்கம் தொடங்கி பிழைதிருத்தம் வரையிலும் ஒவ்வொரு பணியிலும் ஆர்வமுடன் ஈடுபட்டார். மேலும் எழுத்தாளர்-வடிவமைப்பாளரை அறிமுகம் செய்தது, பணஉதவி மற்றும் பதிப்பாளர்களுடன் பேசியது போன்ற உதவிகளால் வேறு எதனைப் பற்றியும் கவலைப்படாமல் இப்புத்தகத்தினை எழுதுவது மற்றும் வடிவமைப்பதில் மட்டுமே எங்களை கவனம் செலுத்த உதவினார். அவர் இல்லாமல் இப்புத்தகம் இல்லை.



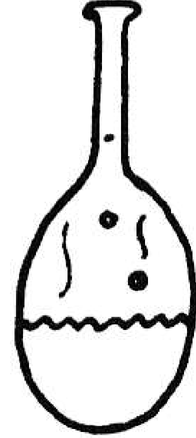
நாங்கள் பெரும்பான்மையான பணிகளைச் செய்ய உதவிய *IUCAA* விற்கும், விதுலா மஹிஸ்கர், அசோக் ரூப்னர், சமீர் துார்த் மற்றும் அரவிந்த் பிரன்ஜிப் ஆகியோரின் ஒத்துழைப்பிற்கும், பல சமயங்களில் நீண்டநேரம் மையத்தில் இருந்து எங்களைப் பணிசெய்ய அனுமதித்தமைக்கும் எங்களின் நன்றியினை தெரிவித்துக்கொள்கிறோம். இப்புத்தகத்தின் இறுதியில் காணப்படும் ஆவர்த்தன அட்டவணையிலும், பிற வடிவமைப்புகளிலும் எங்களுக்கு உதவிய விதுலா அவர்களுக்கும் எங்கள் நன்றிகள்.

மேலும் இப்புத்தகத்தினை சிறப்பாக வடிவமைக்க ஆலோசனைகளை வழங்கிய அவந்தி சேத் ரேப்ன்ஜ், என். மாதவன், வேணு கோவிந்த், சோனாலி ஷா மற்றும் அமிர்தா ஹசரா ஆகியோர்களுக்கும் எங்கள் நன்றிகள்.

விஞ்ஞானிகளான எனது பெற்றோருக்கும், இப்புத்தக உருவாக்கத்தில் அவர்கள் அளித்த ஊக்கத்திற்கும், ஆலோசனைகளுக்கும் எனது நன்றிகள். மேலும் சிறு வயதிலேயே அவர்கள் வேதியியலில் எனக்கு ஆர்வத்தினை ஏற்படுத்தியமைக்கும் நன்றிகள்.

இப்புத்தகத்தின் கையெழுத்து பிரதி உருவாக்கத்திற்கு நிதி உதவி வழங்கிய ஜாம்ஷெட்ஜி டாட்டா டிரஸ்டிற்கும் எமது நன்றிகள்.

புனே, இந்தியா, 2006. அனிர்பன் ஹஸ்ரா



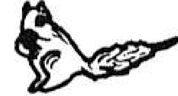
வேதியியல்

நம்மைச்சுற்றி தொடர்ந்து வேதியியல் நிகழ்வுகள் நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கின்றன. சூரியன் நமக்கு வெப்பத்தினையும், ஒளியையும் தருகிறது. மரங்கள் வளர்கின்றன, விலங்குகள் உணவை உட்கொண்டு சக்தியைப் பெறுகின்றன, இறந்த பொருள்கள் சிதைவுறுகின்றன. இவை அனைத்தும் வேதியியல் நிகழ்வுகள் ஆகும். நமது உடலில் ஆயிரக்கணக்கான வேதியியல் வினைகள் எல்லா நேரங்களிலும் நிகழ்ந்து கொண்டேயுள்ளன. உணவு செரிமானம், கண்களால் காட்சிகளை காணுதல், விரல்களால் தொட்டு உணர்தல், வளர்ச்சியடைதல், வயோதிகம் அடைதல் என ஒவ்வொன்றுமே பல வேதியியல் வினைகளை உள்ளடக்கியதாக உள்ளன.

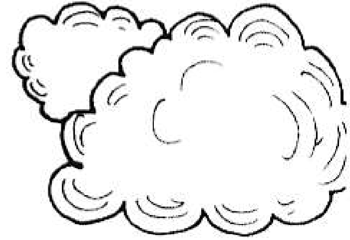


இத்தகைய வினைகள் அனைத்தும் நம்மைச்சுற்றி இலட்சக்கணக்கான ஆண்டுகளாக நிகழ்ந்து கொண்டிருந்தாலும் மிக மிக சமீபத்திய ஆண்டுகளில் தான் இதனை அறிவியல்ரீதியாக நாம் புரிந்துகொள்ளத் தொடங்கியுள்ளோம். இத்தகைய புரிதலைத்தான் நாம் **வேதியியல்** என்கிறோம்.









வேதியியல் என்பது

பருப்பொருள்களைப் பற்றிய அறிவியல்

- பருப்பொருள்களின் அமைப்பு மற்றும் பண்புகளையும் அவற்றில் ஏற்படும் மாற்றங்களையும் பற்றிய அறிவியல் ஆகும்.

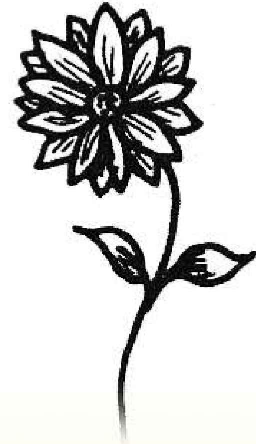




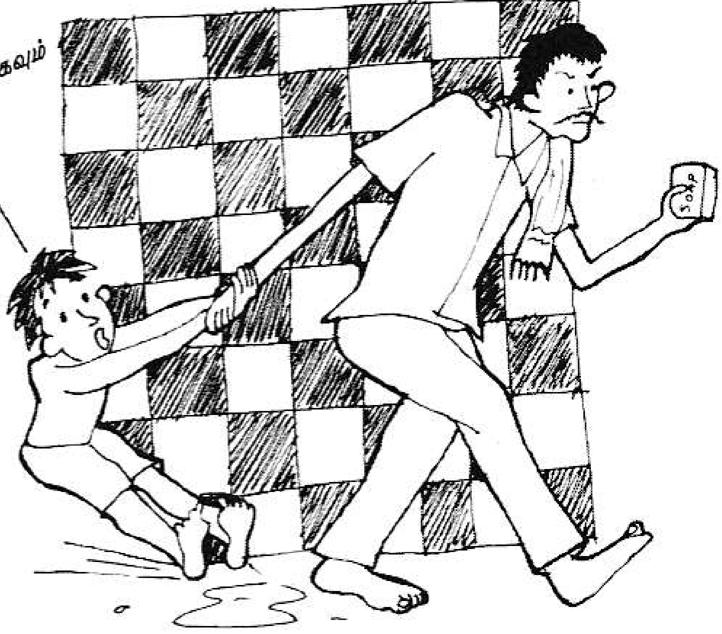








மனிதர்களால் வேதியியல் எவ்வாறு பயன்படுத்தப்படுகிறது என்பது வேதியியலின் மிக முக்கியமான பகுதியாகும். உலோகங்கள், கட்டுமான பொருள்கள், சோப்புகள், மருந்துகள், காகிதம், நெகிழி... என வேதியியலின் தாக்கத்தினை நாம் அன்றாட வாழ்வில் காண்கிறோம்.





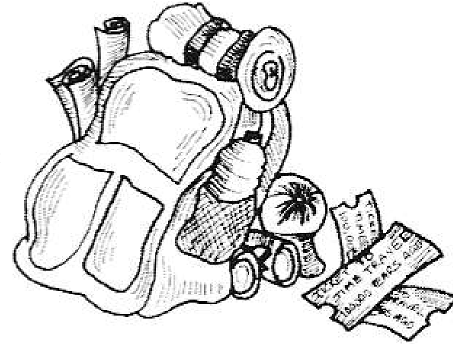
குறிப்பிடவில்லையே...

ஆயுதங்களால்
நமக்கு ஏற்படும்
அழிவுகளும் வேதியியல்
நிகழ்வுகளாகும்

வேதியியல் ஆய்வுகள் இன்று பரந்து விரிந்து காணப்படுகின்றன. இத்தகைய ஆய்வுகள் பருப்பொருள்கள் எவ்வாறு வினைபுரிகின்றன என்பதனைப் பற்றிய புரிதலை ஏற்படுத்துவதுடன், ஒரு சிறிய சிலிக்கன் சிப்பில் எவ்வாறு நூற்றுக்கணக்கான புத்தகங்களின் செய்திகளை சேகரிக்கலாம், சுற்றுப்புறத்தினை மாசுபடுத்தாமல் நமது தேவைக்கான எரிபொருளை எவ்வாறு உருவாக்கலாம், குறிப்பிட்ட நோய்க்கான மருந்தினை எவ்வாறு தயாரிக்கலாம் எனப் பல்வேறு விடயங்களையும் உள்ளடக்கியதாக உள்ளன.

இத்தகைய உயரிய நிலையினை அடைய வேதியியல் மிக நீண்ட, சுவாரசியமான பயணத்தினை மேற்கொண்டது.

வேதியியலின் மனம்கவர் வரலாற்றினை நாம் இப்புத்தகத்தில் கண்டறிவோம்.



நாம் நமது பயணத்தினை

1,00,000 வருடங்களுக்கு....

முன்பு சென்று ஆரம்பிப்போம்.

மனிதர்கள் நெருப்பினை பயன்படுத்தத் தொடங்கியிருந்தனர்.

நெருப்பு

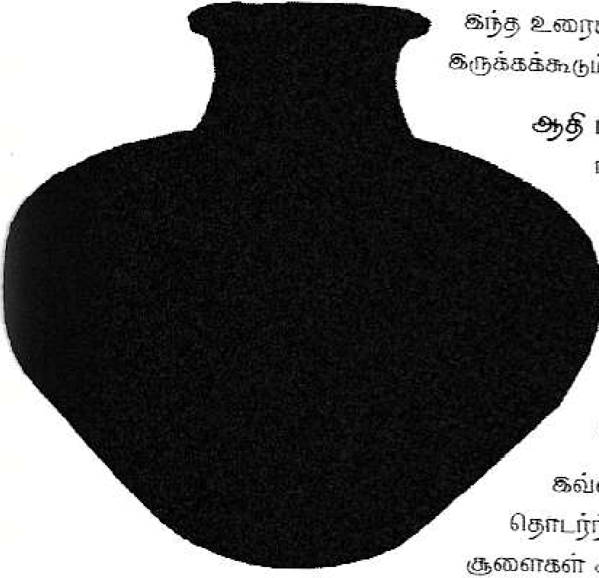
– ஆதியும் அந்தமும் இல்லாத வேதியியல் வினை! மனிதர்களின் நெருப்பினை பயன்படுத்தக்கூடிய திறனானது இப்புவியில் அவர்கள் வாழ்வதற்கான வாய்ப்பினை பெருமளவில் அதிகரித்தது. நெருப்பு விலங்குகளை தூர துரத்தியது, குளிர்காலங்களில் கதகதப்பினை அளித்தது மற்றும் உணவினை சமைப்பதற்கு பயன்பட்டது.





உணவு சமைப்பதைத் தவிர வேறு எம்மாதிரியான நிகழ்வுகளுக்கு நெருப்பு பயன்பட்டிருக்கும் என்பது நம்முன் உள்ள கேள்வியாகும்.

கி.மு 5000.



இந்த உரையாடல் அக்காலகட்டத்தில் நடைபெற்று இருக்கக்கூடும்.

ஆதி மனிதன் 1: நெருப்பின் கீழ் இருந்த இந்த ஈரமான களிமண் கடினமாக மாறிவிட்டது. இது நீரிலும் கரைந்து செல்லவில்லை.

ஆதி மனிதன் 2: எனக்கு ஒரு யோசனை தோன்றுகிறது. நாம் களிமண்ணில் ஒரு உருவம் செய்து நெருப்பின் கீழ் வைத்துவிடுவோம். பொருள்களை சேகரித்து வைத்துக்கொள்ள இது உதவும்.

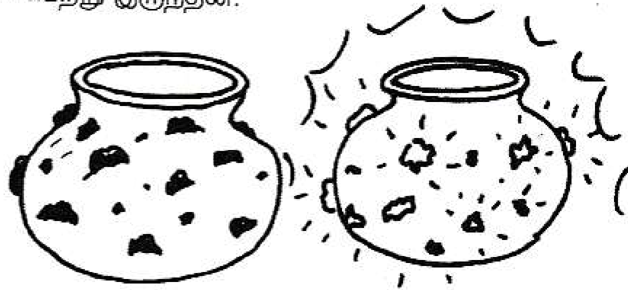
இவ்வாறு மண்பாண்டம் பிறந்தது. இப்பணியானது தொடர்ந்தபோது களிமண்ணை சுடுவதற்கு சூளைகள் அமைக்கப்பட்டன. அதிக வெப்பத்தினைப் பெறுவதற்காக விறகுகள் எரியூட்டப்பட்டன.

ஒருநாள் கலையார்வம் மிக்க மண்பாண்டம் செய்பவர் பானையில் சிறிய பச்சை நிற மணிகளைப் பதித்து அதனை சூளையில் வைத்தார். சூளையில் இருந்து பானையை அகற்றிப் பார்த்தால், குறிப்பிடத்தகுந்த நிகழ்வு ஒன்று நடைபெற்று இருந்தது.

மணிகள் உருகி பானையானது பளபளப்பாக இருந்தது.

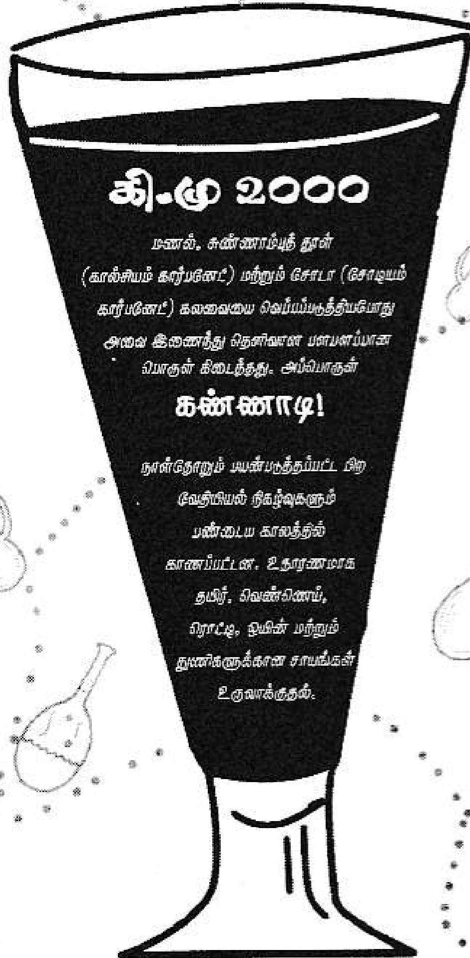
அலங்காரத்திற்காக பயன்படுத்தப்பட்ட மணிகள் உண்மையில் உலோக தாதுக்கள் ஆகும். சூளையின் காற்றற்ற சூழ்நிலையில் அவை **உலோகங்களாக** மாற்றம் பெற்று இருந்தன.

பல்வேறு நிறமுள்ள மணிகளை சூளையில் வைத்து வெப்பப்படுத்தி மேலும் பல உலோகங்கள் பெறப்பட்டன. ஒவ்வொன்றும் தனித்தனியான சுவாரசியமான பண்புகளைப் பெற்று இருந்தன.



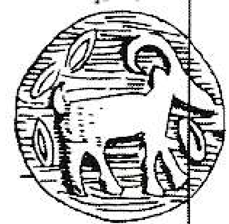


பளபளப்பான இப்பொருள்
சிறப்புமிக்கதாக உள்ளது.
இது கற்களைப் போல்
உடையவில்லை. இதனை
அடித்துத் தட்டையாக்க முடிகிறது.
இதற்கு நான் விரும்பிய வடிவம்
அளிப்பேன்.



உலோகங்கள் அலங்காரப்
பொருள்களாகவும்
ஆயுதங்களாகவும் பரவலாக
பயன்படத் தொடங்கின.
உலோகங்களைப் பெற வெவ்வேறு
விதமான தாதுப்பொருள்களின்
கலவைகள் சூளைகளில்
வெப்பப்படுத்தப்பட்டன.

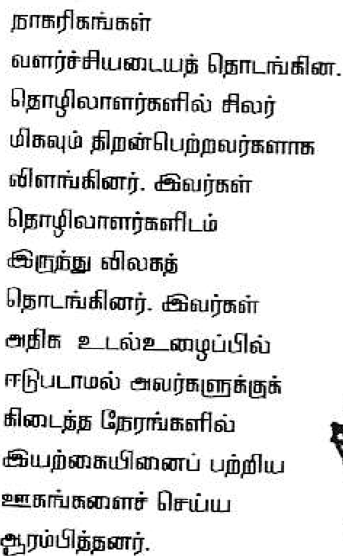
கிடைத்தவை பெரும்பாலும்
உலோகக்கலவைகளாக
இருந்தன.



வெண்கலம்
(செம்பு மற்றும் தகர உலோக
கலவை)
மிக அதிக அளவில்
பயன்படுத்தப்பட்ட
உலோகக் கலவையாகும்.

மனிதர்கள் உணவினை சுவையாக சமைக்கவும், வசதியாக வாழ்வதற்கும் உரிய தொழில்நுட்பங்களையும், கலைகளையும் உருவாக்கினர். அதேபோல் மற்றொருபுறம் இயற்கை நிகழ்வுகள் மற்றும் அதன் காரணங்களை ஆராயும் மனப்பான்மையும் வளர்ச்சி பெறத் தொடங்கியது...

மனிதர்கள் தொடக்க காலங்களில் இயற்கை நிகழ்வுகளுக்கு **கடவுள்கள், துர்சக்திகள், ஆன்மாக்கள்** போன்றவையே காரணம் எனக் கருதினர். பழங்குடிகளில் சிலர் – பூசாரிகள், சூனியக்காரர்கள், ஆண் மற்றும் பெண் மருத்துவர்கள் – இவர்கள் இயற்கையைக் கடந்த சக்திகளை புரிந்து கொள்வதையும், அவற்றை சமாதானப்படுத்துவதையும் தங்கள் தொழிலாகக் கொண்டிருந்தனர்.

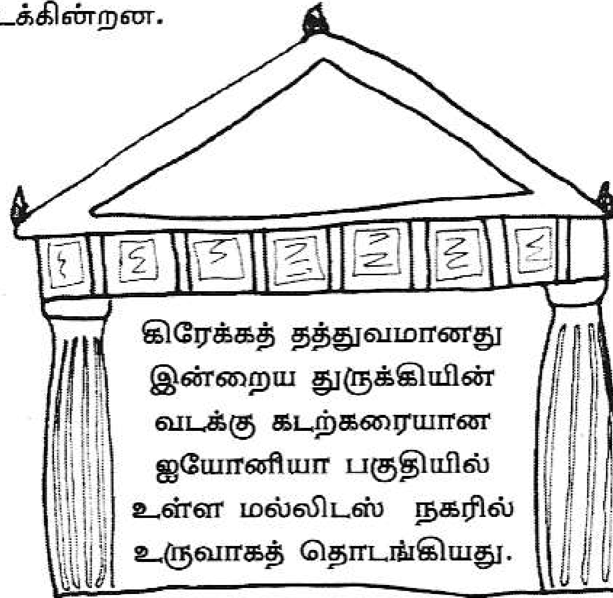


நாகரிகங்கள் வளர்ச்சியடையத் தொடங்கின. தொழிலாளர்களில் சிலர் மிகவும் திறன்பெற்றவர்களாக விளங்கினர். இவர்கள் தொழிலாளர்களிடம் இருந்து விலகத் தொடங்கினர். இவர்கள் அதிக உடல்உழைப்பில் ஈடுபடாமல் அவர்களுக்குக் கிடைத்த நேரங்களில் இயற்கையினைப் பற்றிய ஊகங்களைச் செய்ய ஆரம்பித்தனர்.

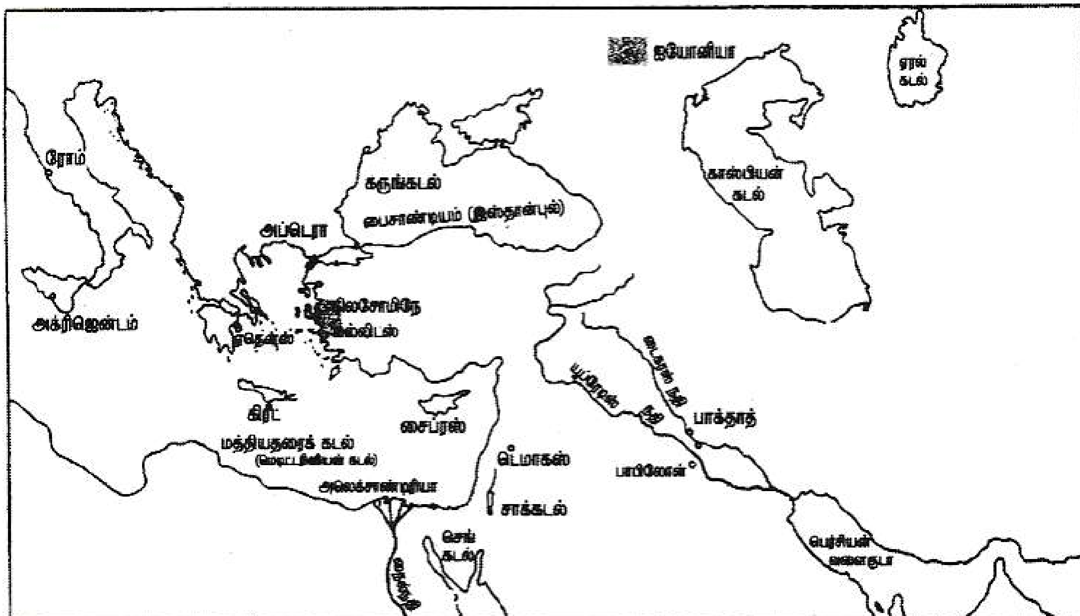
இக்குழு மக்களே ஆரம்பகால தத்துவவியலாளர்களாக அறிவியல் கொள்கைகளை வெளியிட ஆரம்பித்தனர்.

வேதியியலின் ஆரம்பகால கொள்கைகள் **கி.மு 6 ஆம் நூற்றாண்டில்** வளர்ச்சி பெறத்தொடங்கின. குறைந்தது கிரேக்கம், இந்தியா, சீனா போன்ற மூன்று நாகரிகங்களிலாவது இது நடந்தேறியது... இவர்களில் கிரேக்கர்கள் தங்கள் பணிகளை முறையாகவும், நிகழ்வுகளுடன் தொடர்புடைய காலத்தைத் துல்லியமாகவும் ஆவணப்படுத்தியுள்ளனர். இதன் காரணமாகவே நமக்கு கிரேக்கக் கொள்கைகள் அதிகம் காணக்கிடைக்கின்றன.





கிரேக்கத் தத்துவமானது இன்றைய துருக்கியின் வடக்கு கடற்கரையான ஐயோனியா பகுதியில் உள்ள மல்லிடஸ் நகரில் உருவாகத் தொடங்கியது.



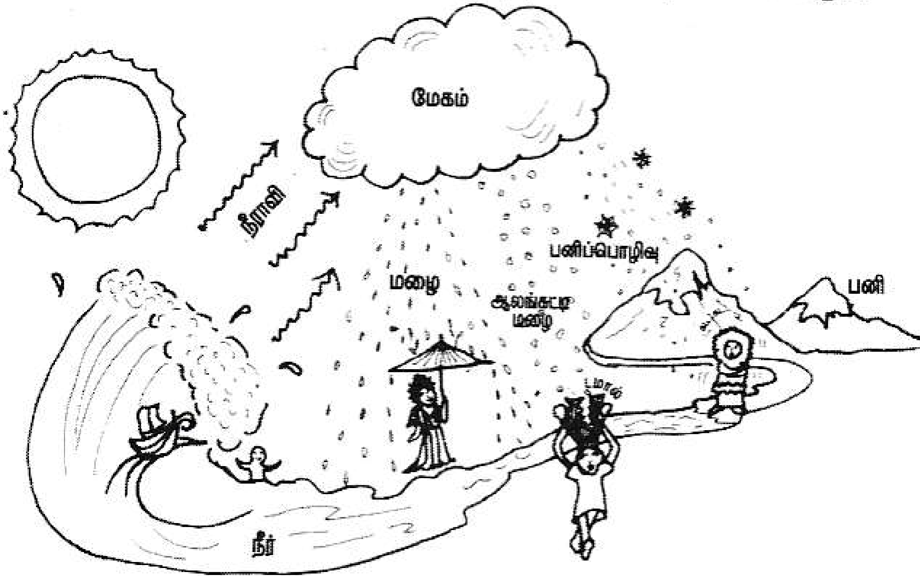
பொருள்கள் அனைத்துமே வெவ்வேறு வடிவங்களில் தன்னை வெளிப்படுத்தினாலும் அவை ஒரேயொரு பேருண்மையை குறிக்கின்றனவோ?



ஆமாம், இயற்கையில் ஒரேயொரு உண்மையே! – அதுதான் நீர். அதனை நாம் காற்றாகவும் (ஆவியாக்குதல்) குளிர்வித்தலினால் திண்மமாகவும் மாற்றமுடியும். எனவே நீரே அனைத்துப் பொருள்களின் ஆதாரமாக விளங்க முடியும்.

மில்லிடஸின் தாலஸ்
(ஏறத்தாழ கி.மு 640- 546)

பொருள்களின் நிலைகள் – **வாயு, நீர்மம், திண்மம்** – அவற்றுக்கிடையே ஏற்படும் பரிமாற்றங்கள் இவையே இயற்கையின் அனைத்து மாற்றங்களையும் விளக்குவதற்கான அடிப்படையாகும்.



ஐயோனியாவைச் சேர்ந்த வேறு சில தத்துவவியலாளர்கள் இயற்கையை விளக்க வேறு மூலங்களை பயன்படுத்தினர். அவை காற்று, நெருப்பு, மற்றும் உருவமற்ற எல்லையில்லாத பருப்பொருள் துகளான **ஏப்பிரான்.**

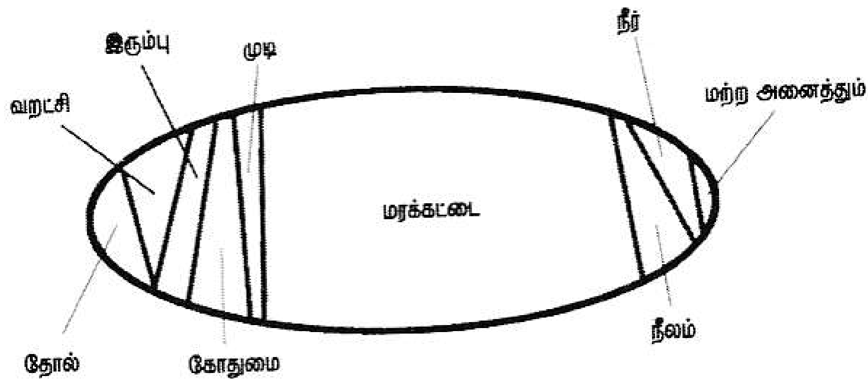
ஐயோனியாவின் புகழ்பெற்ற கடைசி தத்துவவியலாளர் கிலசோமிநே பகுதியைச் சார்ந்த **அனக்ஸகோரஸ்**. அவருடைய ஊகத்தின் அடிப்படையில் இவ்வுலகமானது எண்ணற்ற மிக நுண்ணிய துகள்களால் ஆக்கப்பட்டுள்ளது. அதனை அவர் விதைகள் (சீட்ஸ்) என அழைத்தார்.



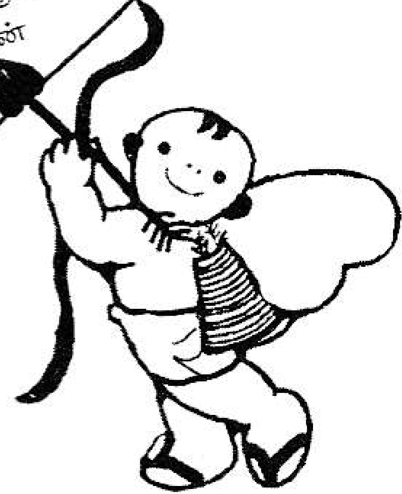
அனக்ஸகோரஸ்
(ஹெத்தாடி கி.மு 499 – 428)

“உலகில் கண்களால் காணக்கூடிய அனைத்து பொருள்களின் மிக நுண்ணிய பகுதிகளை விதைகள் தம்முள் கொண்டுள்ளன. இவற்றின் அளவானது விதைக்கு விதை வேறுபடுகிறது. உதாரணமாக, மரக்கட்டைகளுக்கான பகுதியை அதிகம் கொண்டுள்ள விதைகள், மரக்கட்டைகளை உண்டாக்குவதற்காக ஒன்றிணைகின்றன.”

ஒரு மரக்கட்டையில் காணப்படும் ஒரு தனிப்பட்ட விதையினை நாம் உற்றுநோக்கினால் அது இவ்வாறு காட்சியளிக்கக்கூடும். இது அனைத்து பொருள்களின் பகுதிகளையும் தன்னுள் கொண்டிருந்தாலும் பெருமளவில் மரக்கட்டை பகுதியையே கொண்டுள்ளது.



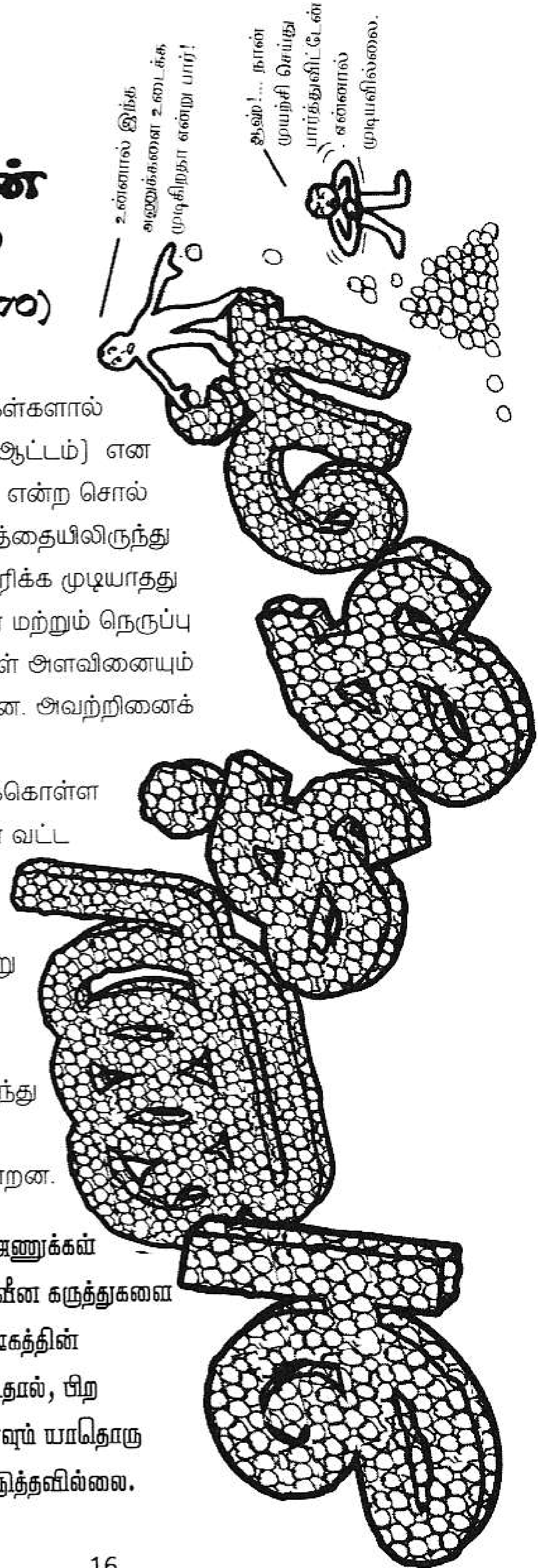
சிசிலியின் **அக்ரிஜென்டம்** பகுதியைச் சேர்ந்த **பெடிகிளிஸ்** (ஏறத்தாழ கி.மு 490- 435): "கண்களால் காணக்கூடிய அனைத்து பொருள்களும் மிகச்சிறிய மாற்ற இயலாத துகள்கள் அல்லது மூலகங்கள் என அழைக்கப்படக்கூடியவற்றின் சேர்க்கை ஆகும். நான்கு வகையாக காணப்படக்கூடிய அத்துகள்கள் - **நெருப்பு, காற்று, நீர்** மற்றும் **நிலம்** ஆகும். இதனோடு இணைந்து அனைத்து பொருள்களும் **விருப்பு மற்றும் வெறுப்பு** என்ற இரண்டு கூடுதல் பண்புகளையும் பெற்றுள்ளன. விருப்பின் ஆதிக்கத்தில் துகள்கள் இணைகின்றன. வெறுப்பின் ஆதிக்கத்தில் அத்துகள்கள் தனித்தனியாகப் பிரிகின்றன."



பெடிகிளிஸ் காலத்திற்கு முன்பு காற்றானது நீர் மற்றும் நெருப்பு இவற்றுக்கிடையே ஏற்படும் பரிமாற்றமாக கருதப்பட்டதே தவிர உண்மையான பருப்பொருளாகக் கருதப்படவில்லை. ஆனால் பெடிகிளிஸ் காற்றானது பருப்பொருளாகத்தான் இருக்க வேண்டும் என்பதை உணர்ந்து அதனை சோதனை மூலம் நிருபித்தார். அவர் மேலும் கீழும் இரண்டு துளைகளைக் கொண்ட **ஸ்லெப்சிட்ரா** எனும் கொள்கலனைப் பயன்படுத்தி இச்சோதனையை மேற்கொண்டார். அவர் கொள்கலனின் அடிப்பகுதியை நீரில் அமிழ்த்தும்போது அடிப்பகுதியில் உள்ள துளையின் வழியாக நீரானது உட்புகுவதை நோக்கினார். மேல் துளையினை அவர் விரலால் அழுத்தி மூடியபோது நீரானது உட்புகவில்லை. விரலை எடுத்தவுடன் காற்று விரைந்து வெளியேறியது, மீண்டும் நீர் உட்புகுந்தது. இச்சோதனையானது கொள்கலனில் உள்ள காற்றானது நீர் உட்புகுவதைத் தடுக்கிறது என்பதனை விளக்கியது.

அப்டெராவின் டெமாக்ரடஸ்

(ஏறத்தாழ கி.மு 460– 370)

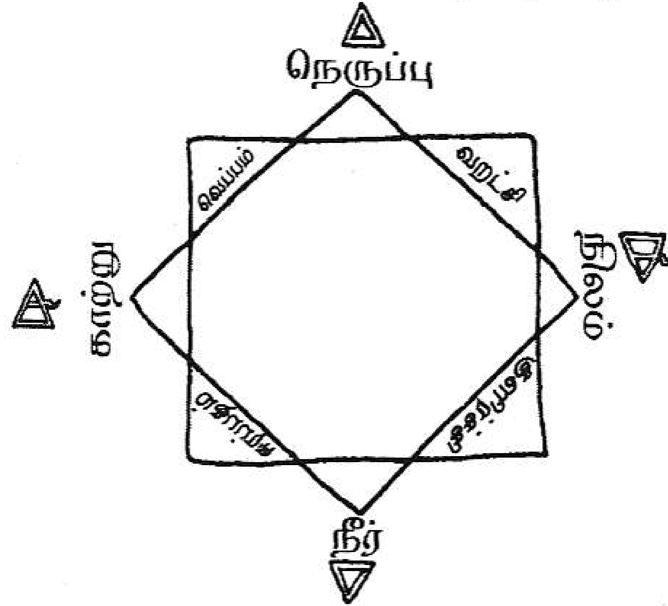


அனைத்து பருப்பொருள்களும் எண்ணற்ற பிரிக்க இயலாத துகள்களால் ஆனவை. இத்துகள்கள் அணு (ஆட்டம்) என அழைக்கப்படுகின்றன. (ஆட்டம் என்ற சொல் ***ஆட்டமாஸ்*** என்ற கிரேக்க வார்த்தையிலிருந்து பெறப்பட்டது. இதன் பொருள் பிரிக்க முடியாதது என்பதாகும்.) நிலம், காற்று, நீர் மற்றும் நெருப்பு ஆகிய தனிமங்களின் அணுக்கள் அளவினையும் வடிவங்களையும் கொண்டுள்ளன. அவற்றினைக் கொண்டு பருப்பொருள்களின் பண்புகளை நம்மால் விளங்கிக்கொள்ள இயலும். நெருப்பின் அணுக்கள் வட்ட வடிவத்தில் காணப்படுகின்றன. இவை பிற தனிமங்களுடன் இணைவதில்லை. நிலம், காற்று மற்றும் நீர் ஆகியவற்றின் அணுக்கள் குறிப்பிட்ட வடிவம் கொண்டு பிறவற்றுடன் இணைந்து கண்ணிற்கு தெரியக்கூடிய பொருள்களை உருவாக்குகின்றன.

பழங்காலத்திலேயே கூறப்பட்ட அணுக்கள் பற்றிய இந்த கருத்தாக்கமானது நவீன கருத்துகளை ஒத்திருந்தாலும், இக்கருத்துகள் ஊகத்தின் அடிப்படையிலேயே கூறப்பட்டதால், பிற கிரேக்க கருத்துகள் போன்றே இதுவும் யாதொரு சிறப்பான தாக்கத்தினையும் ஏற்படுத்தவில்லை.

உலகை வெற்றி கொண்ட அலெக்சாண்டரின் ஆசிரியரான **அரிஸ்டாடில்** (கி.மு 384–323) கிரேக்க தத்துவஞானிகளுள் மிகவும் செல்வாக்கு பெற்றவராக விளங்கினார். அவரது முன்னோர்களை விடவும், எல்லா இயற்கை நிகழ்வுகளையும் மிக சிறப்பான முறையில் விளக்கமளிக்க முயற்சிக்கும்படியாக, சுய-முரணின்மை கோட்பாடுகளின் (அதாவது, ஒன்றுக்கொன்று முரண்படாத கோட்பாடுகளின்) பெரும்பகுதியை அரிஸ்டாட்டில் மெல்ல உருவாக்கினார்.

அனைத்து பொருள்களின் அடிப்படையாக, நிலையான மாற்ற இயலாத தனித்தன்மைகளை உடைய 'முதன்மைப் பொருள்கள்' இருக்கின்றன. இவை பொருள்களின் தன்மைகளை நிர்ணயிக்கின்றன. முதன்மை பொருள்களுக்கு நான்கு தன்மைகள் உள்ளன. அவை: வெப்பம், குளிர்ச்சி, ஈரப்பதம் மற்றும் வறட்சி. இவை தங்களுக்குள் ஆறு விதங்களில் இணைய முடியும். ஆனால், எதிர்தன்மைகளை உடைய வெப்பமும் குளிர்ச்சியும் மற்றும் ஈரப்பதமும் வறட்சியும் ஒன்றோடான்று இணைய இயலாது. எனவே நான்கு வகையான பிணைப்புகள் மட்டுமே ஏற்பட வாய்ப்புள்ளது. இந்த பிணைப்புகள் நான்கு அடிப்படைத் தனிமங்களைத் தருகின்றன. இவையே உலகில் உள்ள அனைத்து பருப்பொருள்களையும் உருவாக்குகின்றன.

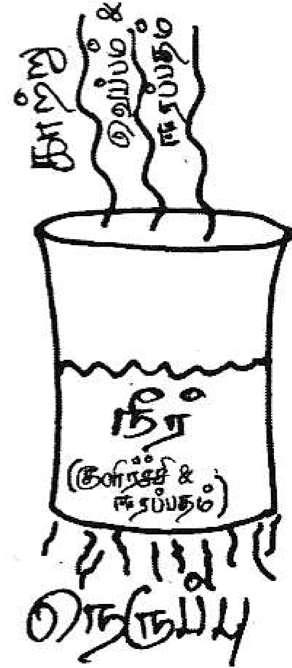


வெப்பம்	+	**வறட்சி**	=	**நெருப்பு**
வெப்பம்	+	**ஈரப்பதம்**	=	**காற்று**
குளிர்ச்சி	+	**ஈரப்பதம்**	=	**நீர்**
குளிர்ச்சி	+	**வறட்சி**	=	**நிலம்**

புவியின்
பருப்பொருள்களை
உருவாக்கும் நான்கு
முதன்மைப் பொருள்களைத்
தவிர ஐந்தாவதாக உள்ள
அடிப்படைப் பொருள்
'ஈதர்' என
அழைக்கப்படும்
இலட்சியப் பொருளாகும்.
சிறந்த அமைப்புடைய
ஈதராலேயே வான்
பொருள்கள்
உருவாக்கப்பட்டிருக்க
வேண்டும்.



இத்தன்மைகளை குறிப்பிட்ட
எந்த விகிதத்திலும் மாற்ற இயலும்.
எனவே ஓர் அடிப்படைத்
தனிமத்தினை மற்றொரு
அடிப்படைத் தனிமமாக மாற்ற
இயலும். உதாரணமாக, நீரினை
காற்றாக மாற்றுவதற்கு அதிலுள்ள
குளிர்ச்சியினை மட்டும்
வெப்பத்தினால் இடப்பெயர்ச்சி
செய்தால் போதுமானதாகும்.
ஏனெனில், ஈரப்பதம் நீர்
மற்றும் காற்று இரண்டிற்கும்
பொதுவானதாகும்.





இந்தியா

மற்றும் **சீனா**விலும் கூட பருப்பொருள்களைப் பற்றிய கொள்கைகள் கி.மு ஐந்தாம் நூற்றாண்டில் இருந்து வளர்ச்சிபெறத் தொடங்கின.



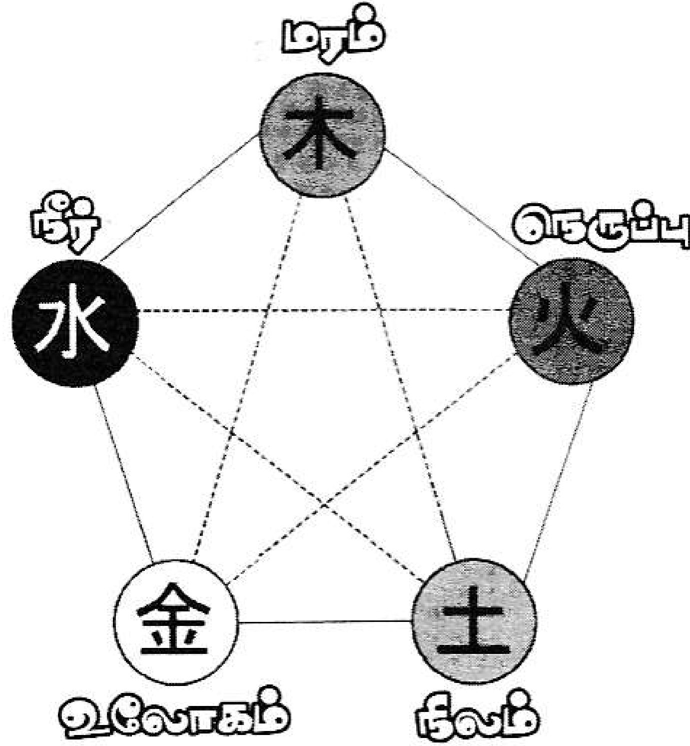
இந்தியாவின் மிகப் பழமையான தத்துவவியலாளர் **கபிலர்** , "பருப்பொருள்களின் **ஐம்பூதங்கள்** அல்லது வகைகள் - **ஆகாஷ்** (வெளி அல்லது ஈதர்), **வாயு** (காற்று), **தேஜஸ்** (நெருப்பு), **ஏப்** (நீர்), **கிஸ்தி** (நிலம்) ஆகியவை ஆகும். இந்த பருப்பொருள்கள் **அணு** அல்லது ஆட்டம்களால் ஆக்கப்பட்டுள்ளன. அணுக்கள் அணுத்துகள்களால் ஆக்கப்பட்டுள்ளன. அணுத்துகள்கள் வெவ்வேறு விகிதங்களில் கலந்து வெவ்வேறு தன்மைகளைக் கொண்ட பருப்பொருள்களை உருவாக்குகின்றன." என்றார்.





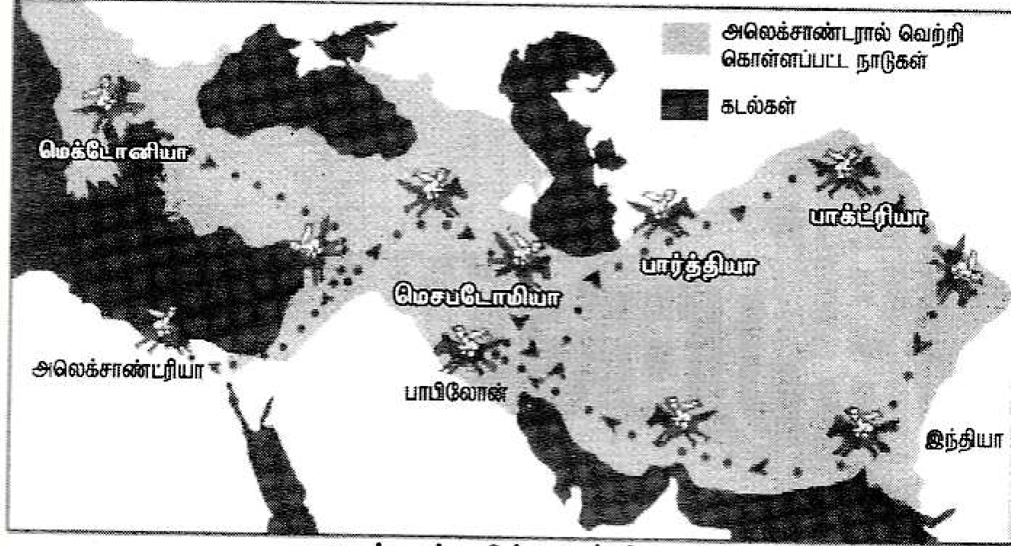
மற்றொரு இந்திய தத்துவவியலாளரான **கனடா**, "ஆகாஷ் அல்லது ஈதர் எவ்விதமான அணு அமைப்பினையும் பெற்று இருக்கவில்லை. அது மந்ததன்மை கொண்டதாகவும் எங்கும் நீக்கமற நிறைந்து இருப்பதாகவும் உள்ளது. நான்கு விதமான அணுக்கள் காற்று, நெருப்பு, நீர் மற்றும் நிலம் இவை ஒன்றோடொன்று இணைந்து மூலக்கூறுகள் உருவாகின்றன. இம்மூலக்கூறுகளின் இணைப்பு வெவ்வேறு விகிதத்தில் அமையும்போது வெவ்வேறுவிதமான பருப்பொருள்கள் உருவாகின்றன. வெப்பதுகள்கள் பருப்பொருள்களில் நிலைமாற்றத்தினை தோற்றுவிக்கின்றன."

பருப்பொருள்களின் சேர்மானத்தினைப் பற்றிய சீனர்களின் கொள்கையானது ஐந்து தனிமங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டது.



இவைகள் தங்களுக்குள் இணைந்து பல்வேறு விதமான பருப்பொருள்களை உருவாக்குகின்றன. இப்பருப்பொருள்களின் பண்புகளை நாம் இரண்டு முரண்நிலைகளின் கீழ் தொகுக்கமுடியும். நிலவு, இரவு மற்றும் கடினம் ஆகியவற்றுடன் தொடர்புடைய **'யின்'** என்ற பெண்மைப் பண்பு, மற்றொன்று சூரியன், பகல் மற்றும் மென்மை ஆகியவற்றுடன் தொடர்புடைய **'யாங்'** என்ற ஆண்மைப் பண்பு.

அரிஸ்டாட்டிலின் இறுதி காலங்களில் அவரின் புகழ்பெற்ற மாணவரான **அலெக்ஸாண்டர்** (கி.மு 356-323) உலகை வெல்வதற்காக புறப்பட்டார். அவரின் வெற்றியானது உலகின் பல்வேறு நாடுகளை இணைத்து பல்வேறுபட்ட தத்துவங்கள், மதங்கள் மற்றும் எண்ணங்களை ஒன்றிணைய வழிவகுத்தது. ஹெலனிஸம் என அழைக்கப்படும் பொதுவான கலாச்சாரம் மேற்காசிய நாடுகள் முழுவதும் பரவியது. கலாச்சாரங்கள் இணைந்த இக்காலகட்டத்தில் அல்கெமி பற்றிய புதிய கொள்கைகள் வளர்ச்சி பெறத் தொடங்கின.



அலெக்சாண்டரின் வெற்றி பாதை

கி.பி முதலாம் நூற்றாண்டு

நைல் நதி முகத்துவாரத்தில் அலெக்ஸாண்டரால் ஏற்படுத்தப்பட்ட அலெக்ஸாண்ட்ரியா நகரமானது அறிவார்ந்த செயல்பாடுகளின் தலைமையிடமாக மாறியது.

ஹீரோ (ஏறத்தாழ கி.பி 52- 150)
நீராவி இயந்திரம் போன்ற ஒரு கருவியினை வடிவமைத்தார். ஒரு நாணயத்தினை இக்கருவியினுள் போட்டால் அது புனித நீரினை வழங்கக்கூடிய வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டிருந்தது. அவர் வாயுக்களின் தன்மைகளைப் பற்றிய ஆய்வில் ஈடுபட்டார். மிகவும் எதிர்பார்க்கப்பட்ட வாயுக்களின் இயக்கவியல் கொள்கையினைப் போன்ற ஒன்றை உருவாக்க முயன்றார்.


ஹீரோவின் நீராவி இயந்திரம் இவ்வாறு வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கலாம்...

அலெக்ஸாண்ட்ரியாவில் மாயத்தன்மைகளை விரும்பும் பல கிழக்கத்திய மதங்கள் வளர்ச்சிபெற்று நிலைபெறத் தொடங்கின. அவை அங்கிருந்த இயற்கை தத்துவவியலாளர்களின் கருத்துகள் மீது தாக்கத்தினை ஏற்படுத்தின. மேலும் உயர்வகுப்பினர் மற்றும் கோயில்களுக்கு கைவினைப் பொருள்களைத் தயாரித்து அளித்த கைவினைக்கலைஞர்கள் அலெக்ஸாண்ட்ரியாவில் வசித்தனர். இவர்களிடம் தத்துவவியலாளர்களின் கருத்துகள் சென்றடைந்தபோது தத்துவவியலாளர்களின் கருத்துகளும், கைவினைக்கலைஞர்களின் சோதனைமுறைகளும் ஒன்றாக இணைந்து முற்றிலும் புதிய செயல்பாடாக வடிவம் பெற்றது...

இரசவாதம்

இவ்வாறு இரசவாதமானது ***கிரேக்க மற்றும் கிழக்கத்திய தத்துவங்கள், மாயத்தன்மைகளைக் கொண்ட கருத்துகள் மற்றும் எகிப்திய தொழில்நுட்பங்களை*** இணைத்து வளர்ச்சி பெற்றது.



இரசவாதம் அரிஸ்டாட்டிலியன் கொள்கைகளை அடிப்படையாக கொண்டிருந்தது. இக்கொள்கைகளில் ஒன்று- அனைத்து பொருள்களும் முழுமையை அடைய முயற்சி செய்கின்றன. இது உலோகங்களுக்கும் பொருந்தும். தங்கம் என்ற உலோகம் மட்டுமே முழுமையான உலோகமாகும். மற்ற அனைத்து உலோகங்களும் தங்கத்தின் இந்த முழுமைத்தன்மையை அடைய முயற்சி செய்து கொண்டேயிருக்கின்றன.





பாறைகளை உலோகங்களாக எவ்வாறு மாற்றுவது என நாம் அறிந்துள்ளோம். இதே வழியில் நாம் முழுமையற்ற உலோகங்களையும் தங்கமாக மாற்ற முடியம். தங்கத்தினைப் போன்று தோற்றமளிக்கும் அனைத்து உலோகங்களும் உண்மையில் தங்கத்தின் பிற வடிவங்களாகும் என நிச்சயம் என்னால் கூற முடியம். இவை சற்று முழுமைத் தன்மையில் குறைந்து இருக்கலாம். நம்முடைய சிறிய முயற்சியின் மூலம் நாம் இவற்றினை முழுமைத் தன்மையுடைய உலோகமான தங்கமாக மாற்றமுடியம்.

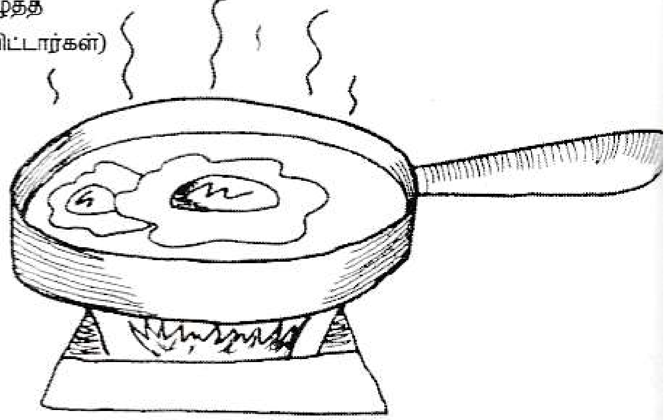
இவ்வாறு இரசவாதமானது அந்நாளில் உலோகவியலின் நீட்சியாகவும் விளங்கியது.

நிறம் உலோகங்களின் அடிப்படைப் பண்பாக கருதப்பட்டது.

"நமக்கு இப்போது மஞ்சள் நிற உலோகமானது தேவைப்படுகிறது. முட்டையின் மஞ்சள் கருவினை காய்ச்சி வடிப்பதன் மூலம் நாம் மஞ்சள் நிறமுள்ள உலோகத்தினைப் பெறமுடியும்."

(மக்கள் பிற்காலத்தில் சல்பர் என்று அழைத்த உலோகத்தினைப் பற்றி அவர்கள் குறிப்பிட்டார்கள்)

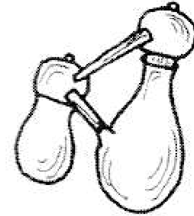




பிறகு...

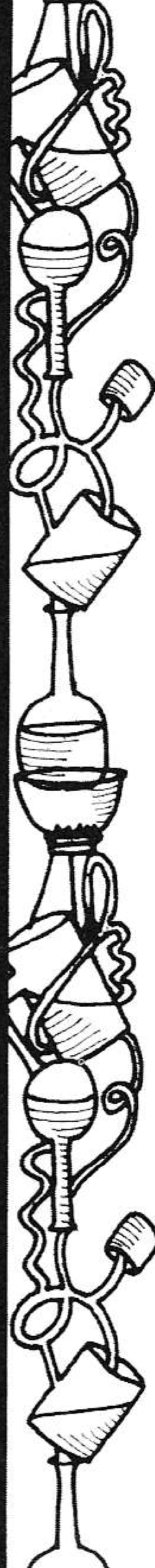


நல்லது. இதன் மூலம் உலோகத்தினைப் பெற இயலவில்லை. ஆனால் நான் ஆம்லெட்டினை கண்டுபிடித்துவிட்டேன்.



சீனாவின் தத்துவஞானி லா வோ ட்சூ வின் தத்துவங்கள் தாவோயிஸம் என அழைக்கப்படுகிறது. **கி.மு ஆறாம் நூற்றாண்டில்** சீனாவில் தாவோயிஸத்துடன் இணைந்து இரசவாதம் வளர்ச்சிபெறத் தொடங்கியது. சீன இரசவாதவியலாளர்கள் தங்கம் என்ற ஒன்றிற்காக மட்டுமே தங்கத்தினை உருவாக்க முயற்சி செய்யவில்லை. மாறாக தங்கத்தினை உருவாக்குவதன் மூலம் அல்லது தங்கத்தினை உட்கொள்வதன் மூலம் தங்களால் இறப்பிற்கு அப்பாற்பட்ட வாழ்க்கையையும் அதன்மூலம் எல்லையில்லா சக்தியையும் பெறமுடியும் என நம்பினர். எனவே அங்கு தங்கத்தினை எவ்வாறு உட்கொள்வது அதன் மூலம் எவ்வாறு அமரத்துவம் அடைவது என்பது பற்றிய இரசவாத வழிமுறைகள் குறிப்பிடத்தக்க எண்ணிக்கையில் நிலவிவந்தன.





கி.பி. முதலாம் நூற்றாண்டு தொடக்கத்தில் இரசவாத குறிப்புகளில் **கெமிஸ்ட்ரி - CHEMISTRY** எனும் பெயர் முதன்முதலாகத் தென்படுகிறது. இச்சொல்லின் உருவாக்கத்தினைப் பற்றிய பல்வேறு கருத்துகள் நிலவுகின்றன. அந்நாளில் வேதியியல் செயல்பாடுகளின் முக்கிய இடமாக விளங்கிய எகிப்தின் பண்டைய பெயரான 'கெம்'(Khem) என்ற சொல்லில் இருந்து வருவிக்கப்பட்டிருக்கலாம் என்ற ஒரு கருத்து நிலவுகிறது.

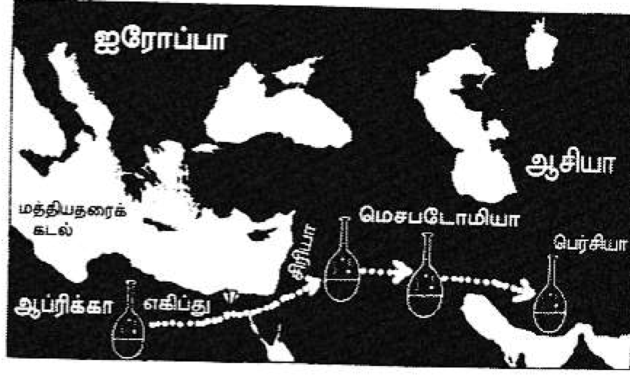


இரண்டாவதாக அன்றைய வேதியியலாளர்கள் உலோகவியலில் செய்த மிக முக்கிய செயல்பாடுகளான 'நான் வார்க்கிறேன், நான் ஊற்றுகிறேன்' என்பதனைக் குறிக்கும் கிரேக்க வார்த்தையான 'கியோ' (Cheo) என்ற சொல்லில் இருந்து உருவாக்கப்பட்டிருக்கலாம் என்ற கருத்து நிலவுகிறது. மற்றுமொரு கருத்தாக கெமிஸட்ரி என்பது சீன வார்த்தையான 'கிம் யா' என்ற உச்சரிக்கப்படும் 'கின்-ய்' (Chin-i) என்பதிலிருந்து உருவாகியிருக்கலாம் என கருதப்படுகிறது. இதன் பொருள் தங்கத்தினை உருவாக்கும் சாறு என்பதாகும்.



கி.பி 300

ஆம் ஆண்டுகளில் இரசவாதமானது அலெக்ஸாண்ட்ரி -யாவிலிருந்து சிரியா, மெசபடோமியா (ஈராக்) மற்றும் பெர்சியா (ஈரான்) வரை பரவியது.



கி.பி 622 ஆம் ஆண்டுகளில் அரேபியா முழுவதும் இஸ்லாம் வேகமாக பரவியது. இக்காலகட்டத்தில் அநேக அறிவியல் ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. அரேபிய அறிவியல் அறிஞர்கள், சீனர்கள் மற்றும் கிரேக்கர்கள் மூலம் மரபுவழியாக சிறந்த அறிவார்ந்த கருத்துகளைப் பெற்று இருந்தனர். நிச்சய பெயர்சொற்குறியான (Definite Article) 'the' என்பதற்கான அரேபிய சொல் 'அல்' என்பதாகும். இது 'கெம்' என்ற சொல்லுடன் இணைந்து அல்கெமி என்ற வார்த்தை உருவானது. இதன் பொருள் 'எகிப்தின் அறிவியல்' என்பதாகும்.

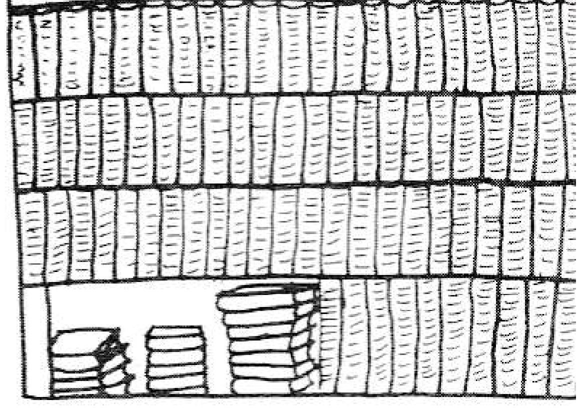
ஜாபிர் இபின் ஹயான் [ஜெபர்] (ஏறத்தாழ கி.பி 721-815)

இவர் மிகவும் போற்றப்பட்ட அரேபிய இரசவாதவியலாளர் ஆவார். இவரின் கூற்றின்படி வெப்பம், குளிர்ச்சி, உலர்ந்த தன்மை, ஈரப்பதம் ஆகியவை இயற்கையின் தனித்தனியான மற்றும் முடிவான தன்மைகளாகும். உதாரணமாக தூய்மையான குளிர்ச்சியை நம்மால் பிரித்து எடுக்க இயலும். இப்போது இரசவாதவியலாளர்களின் பணியானது இயற்கையின் இத்தன்மைகள் ஒவ்வொரு பொருளிலும் எவ்வளவு விகிதத்தில் கலந்துள்ளன என்பதனை நிர்ணயிப்பதாகும். அதன் மூலம் தூய்மையான இவ்வியற்கைப் பொருள்களை உரிய விகிதத்தில் இணைத்து நமக்குத் தேவையான பொருள்களைத் தயாரிக்கலாம்.

இவ்வாறு தூய்மையான இயற்பொருட்களை தயாரிப்பதற்கு பல வேதி செயல்பாடுகளும் வேதி ஆய்வக உபகரணங்களும் உருவாக்கப்பட்டன. ஜாபிரின் குறிப்புகள், விலங்குகளிடமிருந்து பெறப்பட்ட பொருள்கள் உள்ளிட்ட பல பொருள்களின் சிதைத்து வடித்தல் முறையினை விளக்குகின்றன. உலோகங்களை மாற்றும் மருத்தினைப் (எலிக்சர்) பயன்படுத்தி வெள்ளியினை தங்கமாக மாற்றமுடியும் என நம்பப்பட்டது.



ஆனால் இன்னும்
உள்ள மிகப்பெரிய
கேள்வியானது ...

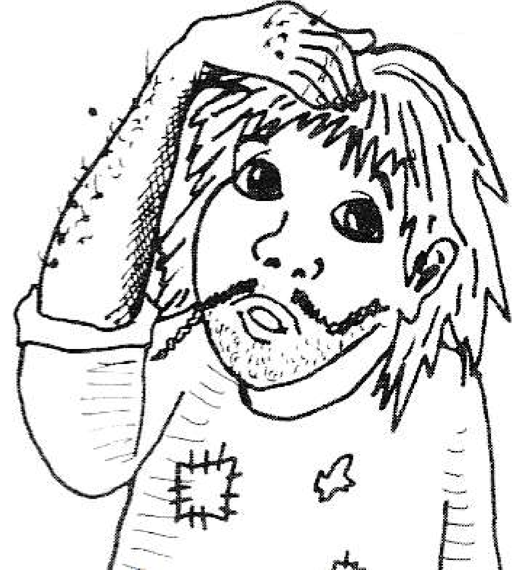




மிகப்பெரிய கேள்வி...

எலிக்சர்

என்ற பொருளை நாம்
எவ்வாறு தயாரிப்பது ?



அல்- ரசி (ரசீஸ்) (ஏறத்தாழ கி.பி 860-925) மற்றொரு புகழ்பெற்ற அரேபிய இரசவாதவியலாளர். இவர் ஒரு மருத்துவரும் ஆவார். இவரின் ஆய்வுகள் வேதியியலுக்கு நடைமுறை சாத்தியமான மற்றும் அறிவியல் முறையிலான அணுகுமுறையை ஏற்படுத்திக் கொடுத்தன. இவரின் எழுத்துகள் மாயத்தன்மை மற்றும் ஊகங்கள் இன்றி அமைந்துள்ளன. அவை ஆய்வக கருவிகள் பற்றிய கலந்துரையாடல்கள், வேதிப்பொருள்களை வகைப்படுத்துதல் மற்றும் தொழில்நுட்ப செயல்பாடுகளை உள்ளடக்கியுள்ளன. வலிமையான நீர்மங்களான காரங்கள் மற்றும் அமிலங்கள் தயாரிப்பு பற்றிய இவரது ஆய்வுகள் வேதியியலுக்கான முக்கிய பங்களிப்பாகும். இந்த வலிமையான நீர்மங்கள் பல்வேறுபட்ட உலோகங்கள் மற்றும் பொருள்களைக் கரைப்பதற்கான கரைப்பான்களாக செயல்படுகின்றன.

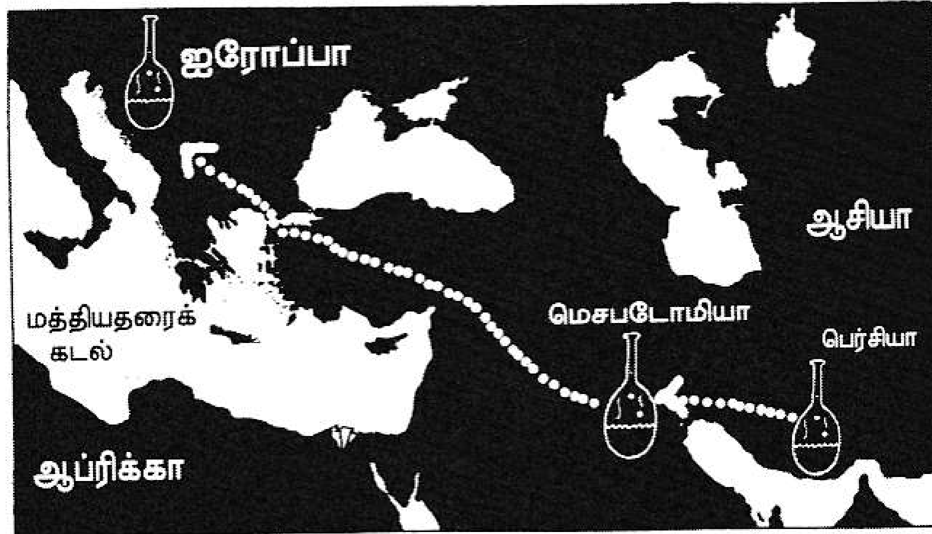
ஹலோ! என் பெயர் அபு பக்கர் முகம்மது இபின் சகாரியா அல் ரசி என்பதாகும். நீங்கள் என்னை ரசி என்றே அழையுங்கள். இங்கு நான் உங்களுக்கு வலிமையான நீர்மத்தினை எவ்வாறு தயாரிப்பது என்பதனை செய்து காட்டப் போகிறேன்.

சோடியம் கார்பனேட் மற்றும் சுட்ட சுண்ணாம்பினை சம அளவில் எடுத்துக் கொள்ளவும். அதே அளவினைப் போன்று நான்கு மடங்கு அளவுள்ள நீரினை அதில் ஊற்றி மூன்று நாள்களுக்கு அப்படியே வைத்திருக்கவும். பின்னர் இக்கலவையினை வடிகட்டி மீண்டும் வடிகட்டிய கலவையின் அளவில் நான்கில் ஒரு பங்கு சோடியம் கார்பனேட் மற்றும் சுண்ணாம்பினை சேர்க்கவும்.இவ்வாறு ஏழு முறை செய்யவும் . பின்னர் இக்கரைசலின் பாதி அளவிற்கு இதில் அம்மோனியம் குளோரைடினை ஊற்றவும். பின்னர் இதனை சேமித்து வைக்கவும் நிச்சயம் இது மிகவும் வலிமையான நீர்மமாகும். இது (டால்க்) மைக்காவினை உடனடியாக கரைக்கும் வலிமை கொண்டது.

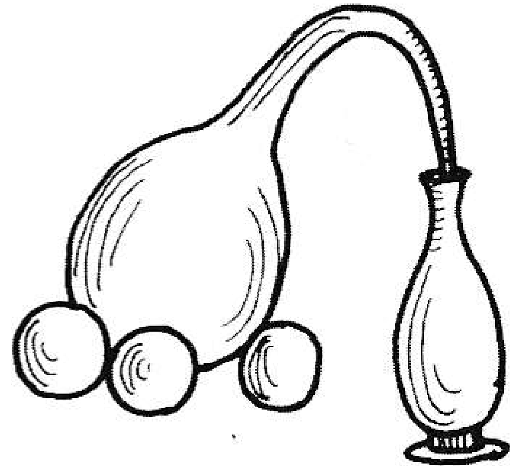
கி.பி 11, 12 மற்றும் 13 ஆம் நூற்றாண்டுகள்

இரசவாத புத்தகங்கள், பழமையான இரசவாத புத்தகங்களுக்கான விளக்கங்கள் ஆகியவை இக்காலகட்டத்தில் அதிக அளவில் வெளிவந்தன. இருப்பினும் அவை புது கண்டுபிடிப்புகளாக இருக்கவில்லை. மாய மந்திரங்களுக்கான நம்பிக்கைகள் மீண்டும் அதிகரித்தன. அறிவியல் இக்காலகட்டத்தில் தனது பொலிவினை இழந்தது. அதிர்ஷ்டவசமாக ஆரம்ப காலகட்டங்களில் கிரேக்க அறிவியல் கருத்துகளை ஏற்றுக்கொள்ளத் தயாராக இல்லாத மேற்கு ஐரோப்பா இப்போது அரேபியர்களின் கொள்கைகளை ஏற்றுக்கொள்ள தயாராக இருந்த காரணத்தினால் அறிவியல் தனது பாரம்பரியத்தினை இழக்காமல் இருந்தது.

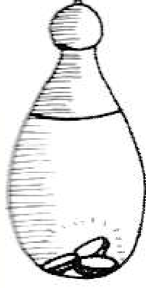
அரேபியர்களின் கொள்கைகள் இப்போது மேற்கு நாடுகளுக்கு சென்றடைந்தன. அரேபியர்களின் இரசவாத நூல்கள் இலத்தீன் மொழியில் மொழிபெயர்க்கப்பட்டன. அக்கால கட்டத்தில் மேற்கு ஐரோப்பிய நாடுகள் இரசவாத ஆய்வுகளின் முதன்மையான இடத்தினைப் பெற்றன.



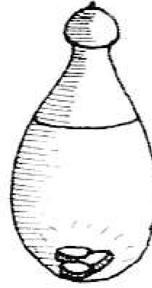
இத்தாலியின் கைவினைக் கலைஞர்களால் சிறந்த கண்ணாடிகள் உருவாக்கப்பட்டு பயன்படுத்தப்பட்டன. ஆய்வக உபகரணங்கள் மேம்படுத்தப்பட்டன.



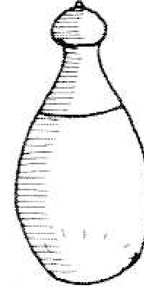
எரிசாராயம் என அழைக்கப்படும் ஆல்கஹாலின் வலிமை வாய்ந்த கரைசல்கள் தயாரிக்கப்பட்டன. தங்கத்தினை கரைக்கக்கூடிய தன்மையுடைய நைட்ரிக் அமிலம் மற்றும் இராஜ திராவகம் [நைட்ரிக் மற்றும் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தின் கலவை] ஆகியவை பெருமளவு உற்பத்தி செய்யப்பட்டு, பொதுவாக பயன்படும் வினைப்பொருள்களாக மாறி இருந்தன. இவை இரசவாதவியலாளர்களின் பொருள்களை கரைக்கக்கூடிய திறனை அதிகரித்து கரைசலில் ஏற்படும் வேதிவினைகளை ஆய்வு செய்ய உதவின.



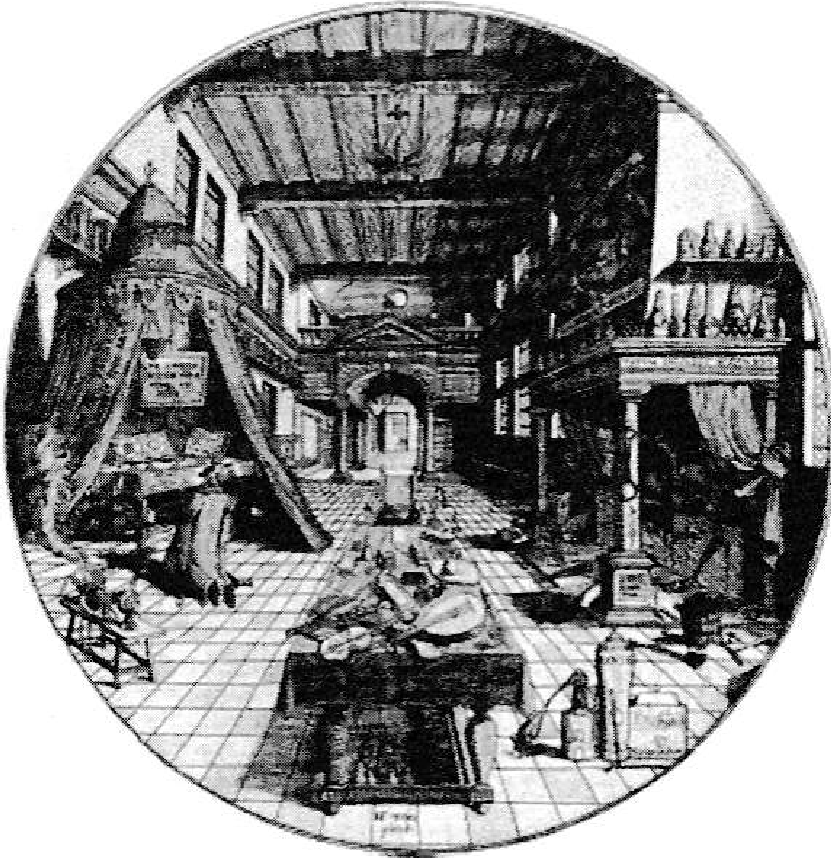
ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம்,



நைட்ரிக் அமிலம்



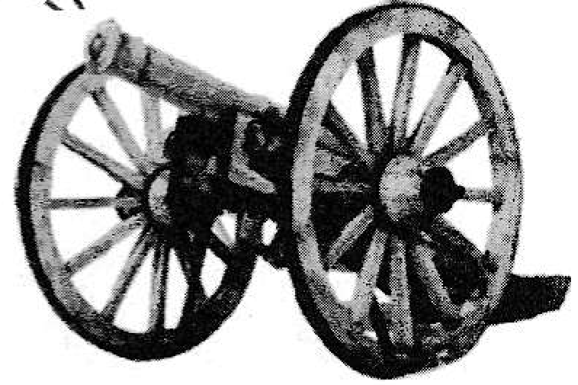
இராஜ திராவகம்



ஓர் இரசவாதியின் ஆய்வகம்

வெடிமருந்து

தயாரிக்கப்பட்டு போர்களில் பயன்படத் தொடங்கியது. வெடிமருந்தின் கண்டுபிடிப்பு சமூகத்தில் மிகப்பெரிய தாக்கத்தினை ஏற்படுத்தியது. குறிப்பாக, மேற்கு ஐரோப்பாவில் நிலபிரபுத்துவ முறையை ஒழித்ததில் இக்கண்டுபிடிப்பு பெரும் பங்காற்றியது எனக் கருதப்படுகிறது. (உண்மையில் வெடிமருந்தானது சீனாவில் 10 ஆம் நூற்றாண்டில் கண்டறியப்பட்டது)

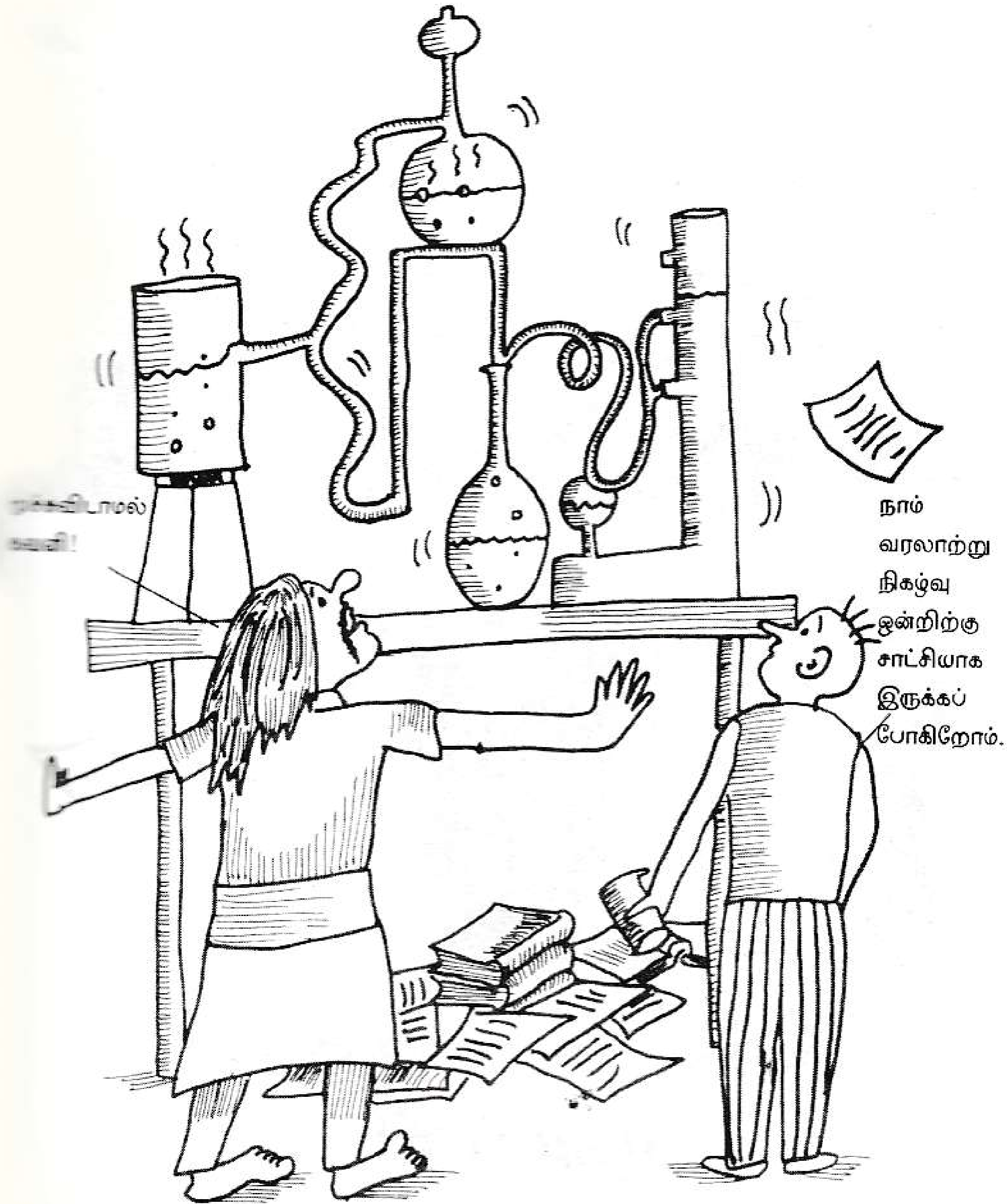


கி.பி 14 மற்றும் 15 ஆம் நூற்றாண்டுகள்

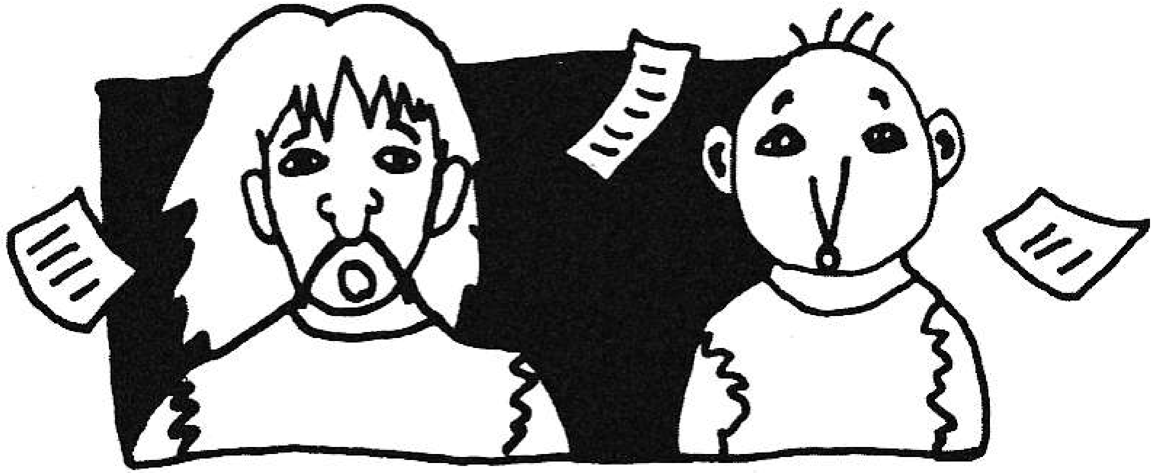
அநேக இரசவாத செயல்பாடுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. ஆனால் அவற்றில் பெரும்பான்மையானவை பழைய இரசவாத செயல்பாடுகளை மையமாகக் கொண்டே செய்யப்பட்டன. இரசவாதவியலாளர்கள் மென்மேலும் புத்தகங்களை எழுதினாலும் பழைய கருத்துகளை புதிய சொற்களில் கூறுவதாகவே அவை அமைந்திருந்தன.

அவர்கள் பைத்தியக்காரர்களைப் போன்று பல நேரங்களில் இரகசியமாக தங்களின் ஆய்வுகளை மேற்கொண்டனர். அவர்கள் சாதாரண உலோகங்களைத் தங்கமாக மாற்றும் இரசவாதக் கல்லாகக் கருதப்பட்ட ‘தத்துவஞானிகளின் கல்’ பற்றி அறியும் பேரார்வத்தினைக் கொண்டிருந்தனர்.

ஆனால் ஒவ்வொரு முறையும் அவ்வாறான ஆய்வுகளானது முடிவிற்கு வரும்போது...



டமால்!



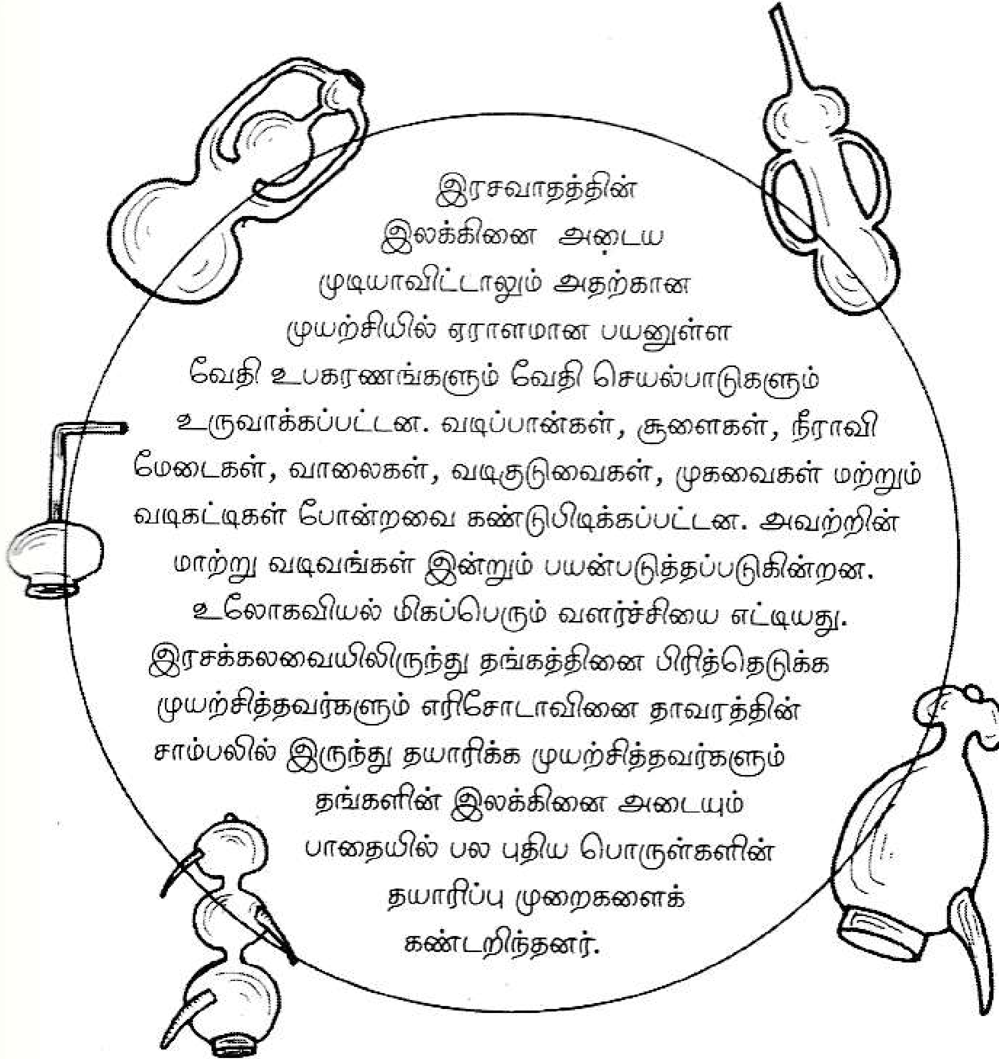
எப்போதுமே ஒரே முடிவினை அளித்தன.

தோல்வி!

மாயத்தன்மைகளையும் ஊகங்களையும் நம்பும் போக்கு அதிகரித்தது. அதனைப் பயன்படுத்தி ஏமாற்றுபவர்களும் அதிகரித்தனர். இரசவாதம் அதன் முடிவிற்கு வரும் நாளும் நெருங்கிக் கொண்டிருந்தது.

"ஒருவர் தங்கத்தினை தங்கத்திலிருந்துதான் உருவாக்க முடியும். இதனை அனைவரும் ஏற்றுக்கொள்ளும் நேரம் வந்துவிட்டது!" .

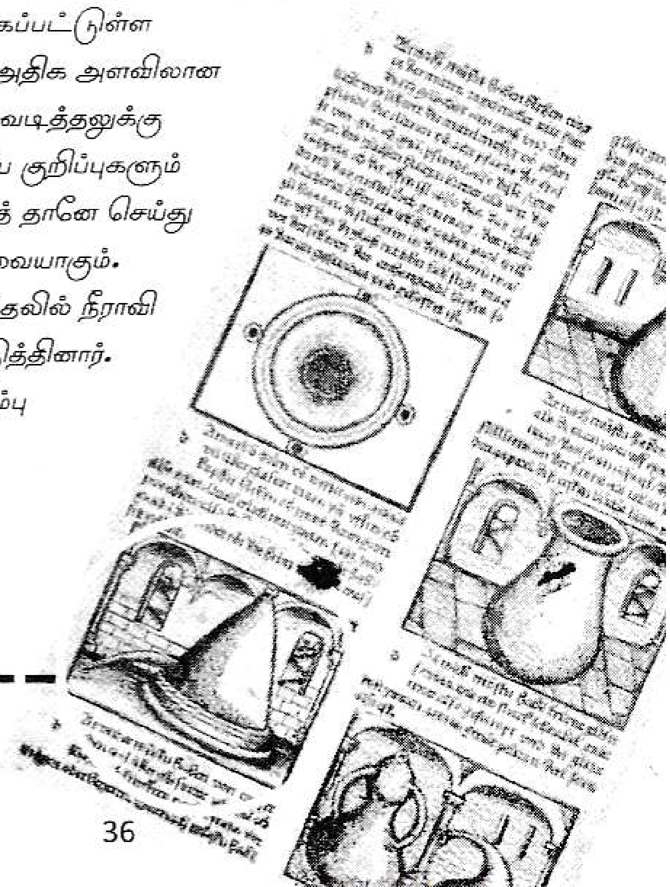




கி.பி 16 ஆம் நூற்றாண்டு

செய்முறை வேதியியல் ஆய்வுகளால் வேதியியல் வளர்ச்சி அடையத்தொடங்கியது. உலோகவியலில் காணப்படும் அளவறி பகுப்பாய்வு முறைகள் மதிப்பிடுதல் (தாது மற்றும் உலோக கலவையில் குறிப்பிட்ட உலோகத்தின் அளவினை கண்டறிதல்) மற்றும் தாதுப் பொருள்களின் பண்பினை சோதித்தல் போன்ற செயல்பாடுகளை சரியாக செய்ய முடிந்தது. தாதுக்களை வெட்டியெடுத்தல், தூய்மைப்படுத்துதல், வினைப்பொருள்களை தயாரித்தல் போன்றவற்றினை விளக்கமாக கூறக்கூடிய புத்தகங்கள் வெளியிடப்பட்டன. இக்காலகட்டத்தில் வேதியியலில் தொழில்நுட்ப பகுதி நன்கு வளர்ச்சி பெற்றது. ஆனால் கோட்பாட்டு வேதியியலானது இதனை ஒப்பிடும்போது எவ்வித முன்னேற்றத்தினையும் அடையாமல் இருந்தது.

1500 ஆம் ஆண்டு **ஹைரானமஸ் பிரிஞ்ச்விங்** (ஏறத்தாழ கி.பி 1450—1513) தனது மிக முக்கிய நூலான ***லிபர் டி ஆர்ட் டிஸ்லாண்டி*** என்னும் நூலினை வெளியிட்டார். இந்த புத்தகமானது நீராவியின் மூலம் எவ்வாறு தாவர மற்றும் விலங்குப் பொருள்களை வாலை வடித்தல் செய்வது என்பது பற்றிய முறைகளையும் அதற்குத் தேவையான கருவிகள் பற்றியும் விரிவான விளக்கத்தினை அளிக்கிறது. இந்நூலில் அளிக்கப்பட்டுள்ள விரிவான விளக்கங்களும், மிக அதிக அளவிலான எடுத்துக்காட்டுகளும், வாலை வடித்தலுக்கு தேவையான கருவிகளைப் பற்றிய குறிப்புகளும் பிரிஞ்ச்விங் பல சோதனைகளைத் தானே செய்து பார்த்த பிறகு கொடுக்கப்பட்டவையாகும். பிரிஞ்ச்விங் தனது வாலை வடித்தலில் நீராவி மேடையை அதிகமாகப் பயன்படுத்தினார். காற்றினால் குளிர்வுறும் ஒரு கூம்பு வடிகலனில் தாவர சாறுகளை செறிவூட்டினார்.



ரோசன்ஹட் ------

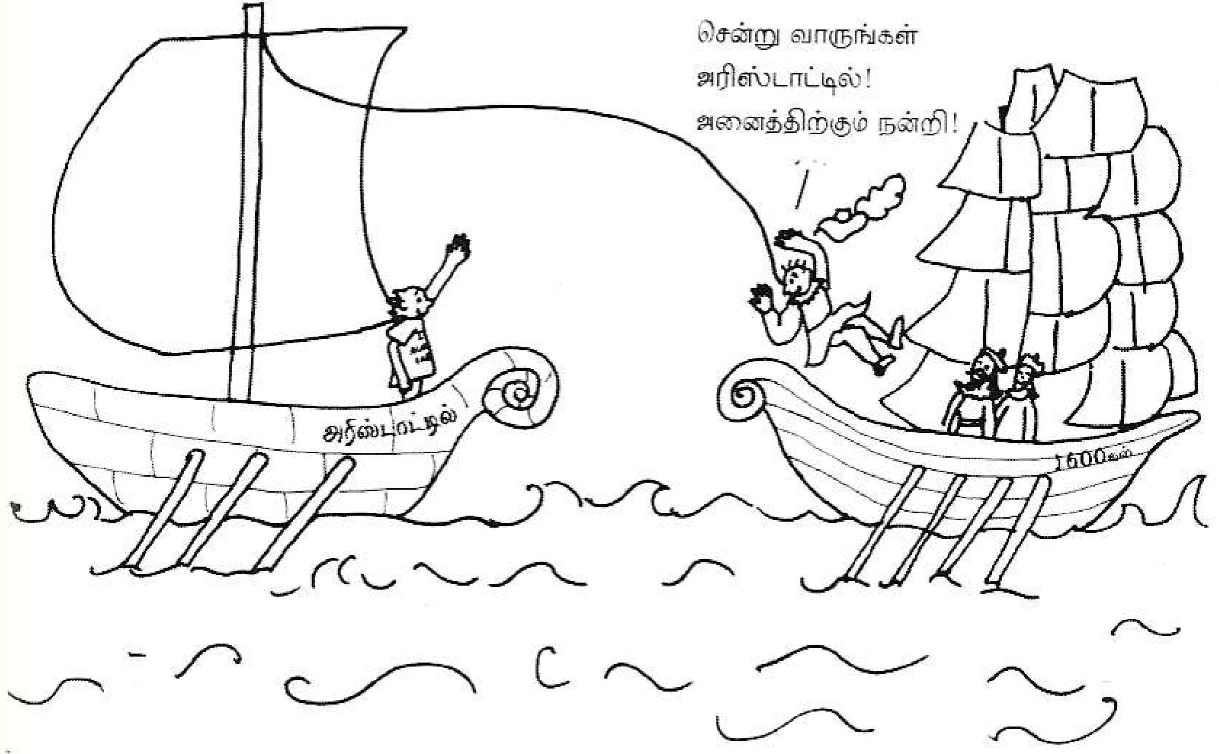
என அக்கலன் அழைக்கப்பட்டது.

பதினாறாம் நூற்றாண்டில் வேதியியலில் சர்ச்சைக்குரிய மனிதராக விளங்கியவர் **பாராசெல்சஸ்** என தன்னை அழைத்துக்கொண்ட **பிலிப்பஸ் தியோபாரடஸ் பாம்ஸ்டஸ் வான் ஹோகன்ஹெய்ம்** (1493–1541). மனிதர்களின் நோய்களைக் குணப்படுத்த வேதியியலைப் பயன்படுத்தும் அயோட்ரோவேதியியல் என அழைக்கப்படும், மருத்துவ வேதியியலில் தனது கவனத்தினை செலுத்தினார்.

அவர் தனது காலத்திற்கு முந்தைய இரசவாதிகள் மற்றும் மருத்துவர்களின் மீது கொண்டிருந்த கடும் அதிருப்தி மற்றும் விமர்சனங்களின் காரணமாக சர்ச்சைக்குரியவர் எனக் கருதப்பட்டார். மருந்துகளைத் தயாரிப்பதற்காக பாராசெல்சஸ் அதிக எண்ணிக்கையிலான உலோகங்களை வேதிவினைகளுக்கு உட்படுத்தினார். அதன்மூலம் பல்வேறு உலோகங்களின் உப்புக்கரைசல்களைப் பெற்றார். ஒவ்வொரு வேதிவினையும் தனித்தனியான மாற்றங்கள் எனக் கருதப்பட்ட அந்நாளைய கருத்துகளில் இருந்து மாறுபட்டு முதன்முதலாக வேதியியல் வினைகளில் பொதுத் தன்மைகளைக் கண்டறிந்தார்.



17 ஆம் நூற்றாண்டு

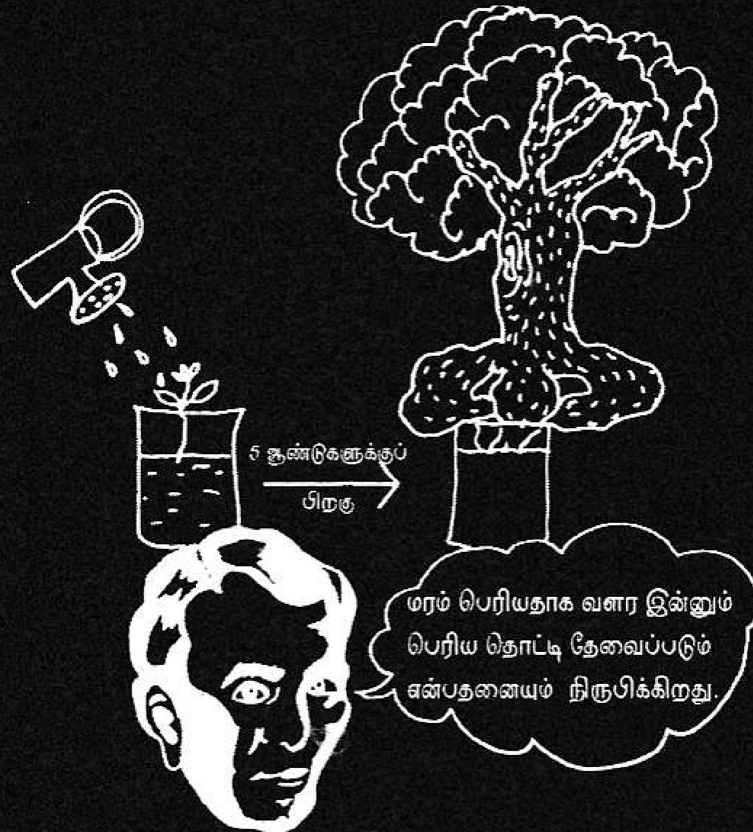


வேதியியலானது அறிவியலின் ஒரு தனிப்பிரிவாக வளர்ச்சி அடையத்தொடங்கியது. வேதியியல் அடிப்படையிலான சிந்தனைகளும் தத்துவார்த்த கருத்துகளும் உருவாகத்தொடங்கின. அதே நேரத்தில் சில கொள்கைகள், குறிப்பாக இருபது நூற்றாண்டுகளுக்கும் மேலாக நிலைபெற்று இருந்த அரிஸ்டாடிலின் கொள்கைகள் மாற்றம்பெறத் தொடங்கின.

வான் ஹெல்மான்ட் (1577-1644) புரூஸ்ஸெலஸ் அருகில் வசித்து வந்த செல்வந்தரும் மருத்துவருமான இவர் தனது பணி ஓய்விற்குப் பிறகான பெரும்பாலான காலங்களில் வேதியியல் சோதனைகளை மேற்கொண்டார். அவர் நீரினை பிற பருப்பொருள்களாக மாற்ற இயலும் எனக் கருதினார். அதனை நிருபிப்பதற்காக பின்வரும் சோதனையினை மேற்கொண்டார்.

அவர் எடை நிறுக்கப்பட்ட மண்ணில் ஒரு செடியினை நட்டு அதற்கு ஐந்து வருடங்கள் நீர் ஊற்றி வந்தார். பிறகு அந்த மரமானது 164 பவுண்டுகள் எடையினை எய்திய பிறகு மண்ணின் எடையில் எவ்வித மாற்றமும் இல்லை என்பதனைக் காண்பித்தார்.

அவரைப் பொருத்த அளவில் மரங்களின் அனைத்து பாகங்களும் நாம் அதற்கு ஊற்றிய நீரிலிருந்து உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே நீரானது அனைத்து வேதிப்பொருள்களுக்கும் அடிப்படையான ஒன்றாகும் எனக் கருதினார். இக்கருத்தானது தவறு என பின்னாளில் நிருபிக்கப்பட்டாலும் வேதியியல் வினைகளில் வினைபடும் பொருள்களின் அளவுகள் கருத்திற்கொள்ளப்பட்டு அதன்மூலம் பருப்பொருள்களை ஆக்கவோ அல்லது அழிக்கவோ இயலாது. ஒரு வகையான பருப்பொருளானது மற்றொரு வகையான பருப்பொருள்களாக மாற்றமடைகின்றன என்ற கருத்திற்கு வழிவகுத்தது.



ஜோஹன் ருடால்ப் கிளாபர் (1607-1670) வேதியியலைத் தானாகவே கற்று அறிந்தவர். அவர் ஐரோப்பாவின் பல்வேறு நாடுகளுக்கும் அலைந்து திரிந்து பல்வேறு நாடுகளிலும் சோதனைகளுக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் வழிமுறைகளைக் கற்றறிந்தார். பிறகு ஆம்ஸ்டர்டாம் நகரில் குடியேறிய அவர் அங்கு ஓர் அற்புதமான ஆய்வகத்தினைக் கட்டமைத்தார்.

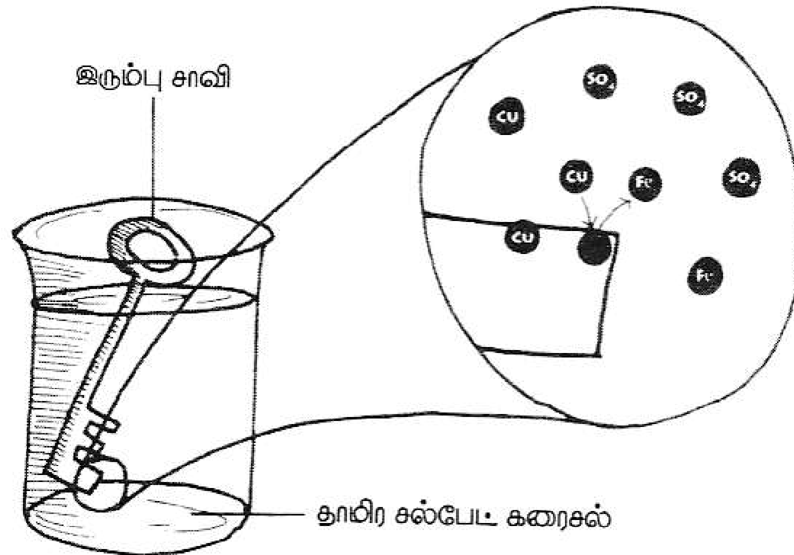


"உப்புகள் இரண்டு பகுதிகளால் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. ஒன்று அமிலத்தினால் உருவாக்கப்பட்ட பகுதி, மற்றொன்று உலோகம் அல்லது அதன் ஆக்சைடினால் உருவாக்கப்பட்ட பகுதியாகும். உப்புகள் பிற உப்புகளுடனோ அல்லது அமிலங்களுடனோ வினைபுரிந்து புதிய உப்புகளை உருவாக்குகின்றன. அமிலங்கள் பல்வேறு வலிமைகளைக் கொண்டுள்ளன. வலிமை மிகுந்த அமிலம் வலிமை குறைந்த அமிலத்தின் உப்புடன் வினைபுரிய இயலும். உதாரணமாக நைட்ரிக் அமிலமானது சால் டார்டாரி (பொட்டாசியம் கார்பனேட்) உடன் வினைபுரிந்து கார்பன் டை ஆக்சைடினை வெளியிட்டு சால் (பொட்டாசியம் நைட்ரேட்) உப்பினை கொடுக்கிறது."

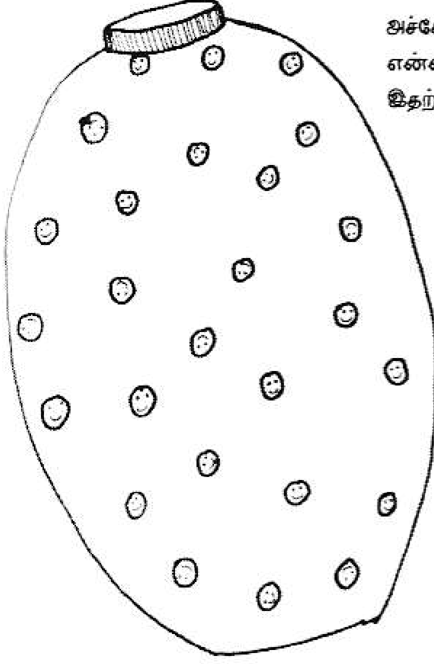
சோடியம் சல்பேட் உப்பினை அவர் தயாரித்ததன் காரணமாகவும் அதன் பயன்பாட்டின் காரணமாகவும் கிளாபர் பெயரானது பலமுறை நினைவு கூறப்படுகிறது. அவ்வுப்பானது கண்டறியப்பட்ட நாள்முதல் கிளாபர் உப்பு என அறியப்படுகிறது.

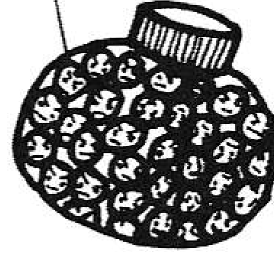
17 ஆம் நூற்றாண்டில், கோட்பாட்டு அடிப்படையிலான வேதியியலில் மிகப்பெரும் மாற்றமானது ஏற்பட்டது. அரிஸ்டாட்டிலியன் கொள்கையான "ஒவ்வொரு வேதிமாற்றமும் இயல்பு மாற்றமாகும். வினைவிளைபொருள்கள் முற்றிலும் புதியதாகவும் வேறுபட்டதாகவும் உள்ளது. வினைபடுபொருள் ஒன்றுமே மிஞ்சி இருப்பதில்லை" என்ற கொள்கையானது மாற்றமடையத் தொடங்கியது. வேதிமாற்றம் முழுவதிலுமே ஒரே விதமான பொருள் தொடர்ந்து நீடித்து இருக்கும் என்பதற்கான ஆதாரங்கள் கிடைக்கப்பெறத் தொடங்கின. பொருள்களின் மாற்றப்பட இயலாத பண்பானது வேதிமாற்றம் முழுவதும் நீடித்து இருக்கும் என நம்மால் எளிதாக உணர முடியும். அணுவினை பற்றிய டெமாக்ரடஸ் கொள்கையானது மறுமலர்ச்சி அடைவதற்கான நேரம் இப்போது தொடங்கிவிட்டது.

ஜோகைன் ஜூன் (1587–1637), அணுக்கொள்கையின் அடிப்படையில் பல வேதிவினைகளுக்கான விளக்கத்தினை அளித்தார். இரும்பினை தாமிரம் கொண்டு இடமாற்றமடையச் செய்யும் நிகழ்வில், தாமிர சல்பேட் கரைசலில் வைக்கப்பட்டுள்ள இரும்பின் மேற்பரப்பில் தாமிரம் பதியச்செய்யப்படும் நிகழ்வில், இது முற்றிலும் இயல்பு மாற்றம் அல்ல. இவை அணுக்களைப் பகிர்வு செய்வது மட்டுமே ஆகும்.



ஐரிஷ் நாட்டில் பிறந்த **ராபர்ட் பாயில்** (1627-1691), ஆரம்பநிலை ஆய்வாளராக இங்கிலாந்தில் பணிபுரிந்து வந்தார். இவர் செய்த சோதனைகளின் அடிப்படையில் வாயுக்களின் அழுத்தம் மற்றும் கனஅளவிற்கு இடையே உள்ள எதிர்விகிதத் தொடர்பினை விளக்கினார்.



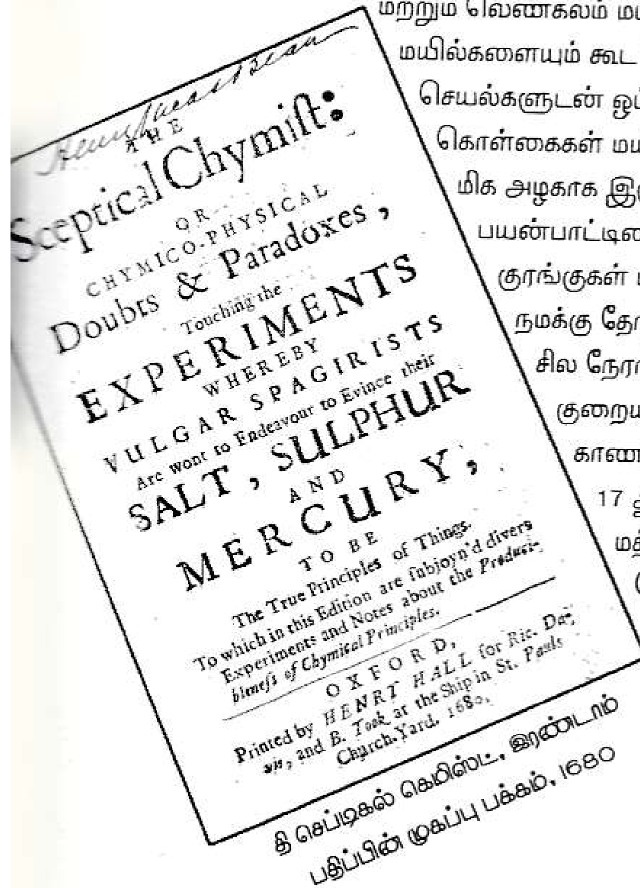


பாயில் " துகள்கள் சிறியதாகவும், திண்ம நிலையிலும், கண்ணிற்கு தெரியாமலும் உள்ளன. இவை இயற்கையின் கட்டுமான அலகாகும். துகள்கள் வேதிவினைகளின் மூலம் மிக அதிக துகள்களின் குழுக்களுடன் பிணைப்பினை ஏற்படுத்துகின்றன. இக்குழுக்கள் ஓர் அலகாக செயல்படுகின்றன. இவற்றின் அளவு, வடிவம், மற்றும் இயக்கமானது பருப்பொருள்களுக்கு பண்பினை அளிக்கின்றன" என்றார்.

டெமாக்ரடஸின் கருத்தாக்கமான அணுக்கள் என்ற வார்த்தையினை பாயில் பயன்படுத்தவில்லை. எனினும் அதற்கு பதிலாக துகள்கள் என்ற வார்த்தையினை பயன்படுத்தினார். அரிஸ்டாடிலின் வடிவம் மற்றும் அளவு போன்ற கருத்தாக்கங்கள் இல்லாமல் வேதிவினைகளுக்கான இயக்கவியல் கொள்கைகளை உருவாக்கும் முயற்சியில் பாயில் ஈடுபட்டார்.



பாயிலின் புகழ்பெற்ற புத்தகமான **"தி செப்டிகல் கெமிஸ்ட்"** 1661 ஆம் ஆண்டு வெளிவந்தது. இப்புத்தகமானது பழைய கருத்தாக்கங்களைத் தகர்க்கின்ற வகையிலான உரையாடல்களைக் கொண்டுள்ளது. நீண்ட விளக்கங்களுக்கு மாற்றாக இப்புத்தகமானது நகைச்சுவையுடனும், உயிர்ப்புடனும் எழுதப்பட்டுள்ளது. சாலமனின் தர்ஷீஸ் பிளீட்டின் மாலுமிகள்... தங்கள் வீடுகளுக்கு தங்கம், வெள்ளி மற்றும் வெண்கலம் மட்டுமல்லாமல் மனிதக் குரங்குகளையும் மயில்களையும் கூட கொண்டு வந்ததை இரசவாதிகளின் செயல்களுடன் ஒப்பிடப்பட்டுள்ளார். இரசவாதிகளின் கொள்கைகள் மயில்களின் இறகுகள்போல் பார்ப்பதற்கு மிக அழகாக இருக்கும். ஆனால் அவை எவ்வித பயன்பாட்டினையும் கொண்டு இருக்காது, மேலும் குரங்குகள் பகுத்தறிவு கொண்டு சில சமயம் நடப்பதாக நமக்கு தோற்றமளிப்பதுபோல், இக்கொள்கைகள் சில நேரங்களில் தோன்றினாலும் இவை குறையுடையதாகவும் கேலிக்குரியதாகவும் காணப்படுகின்றன என்றார். இப்புத்தகமானது 17 ஆம் நூற்றாண்டில் வேதியியலாளர்கள் மத்தியில் ஒரு புதிய பார்வையினை தோற்றுவிக்கும் அளவிற்கு தாக்கத்தினை ஏற்படுத்தியது.

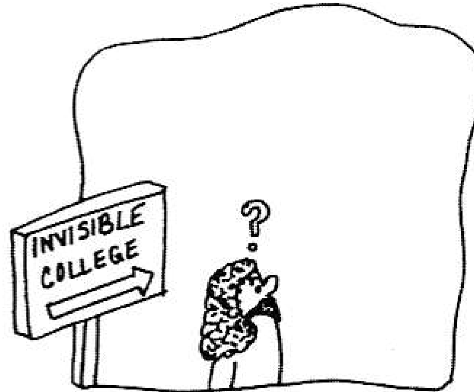


THE
Sceptical Chymist:
OR
CHYMICO-PHYSICAL
Doubts & Paradoxes,
Touching the
EXPERIMENTS
WHEREBY
VULGAR SPAGIRISTS
Are wont to Endeavour to Evince their
SALT, SULPHUR
AND
MERCURY,
TO BE
The True Principles of Things.
To which in this Edition are subjoyn'd divers
Experiments and Notes about the Producibleness of Chymical Principles.

OXFORD,
Printed by HENRY HALL for Ric. Davis, and B. Took at the Ship in St. Pauls Church-Yard. 1680.

தி செப்டிகல் கெமிஸ்ட், இரண்டாம் பதிப்பின் முகப்பு பக்கம், 1680

1640 களில், விஞ்ஞானிகள் தங்களுக்குள் குழுக்களை ஏற்படுத்தி சந்தித்துக் கொண்டனர். அச்சந்திப்பில் அவர்கள் ஆய்வகங்களில் தாங்கள் சந்திக்கும் பிரச்சனைகள் குறித்து விவாதித்துக் கொண்டனர். முதலில் இச்சந்திப்புகள் அமைப்பு சார்ந்து நடைபெறவில்லை எனினும், இவை ஓர் அமைப்பினை நோக்கி வழிநடத்தப்பட்டன. அதில் ஒரு குழுவின் பெயர் இன்விசிபிள் காலேஜ். அக்குழுவில் பாயில் ஒரு உறுப்பினராக இருந்தார். இக்குழுவினர் ஆக்ஸ்போர்டிலும் இலண்டனிலும் சந்தித்துக் கொண்டனர். இக்குழுவே பின்னாளில் **ராயல் சொசைட்டி**யாக (அறிவியல் கழகம்) 1662 ல் இலண்டனில் வளர்ச்சி பெற்றது.

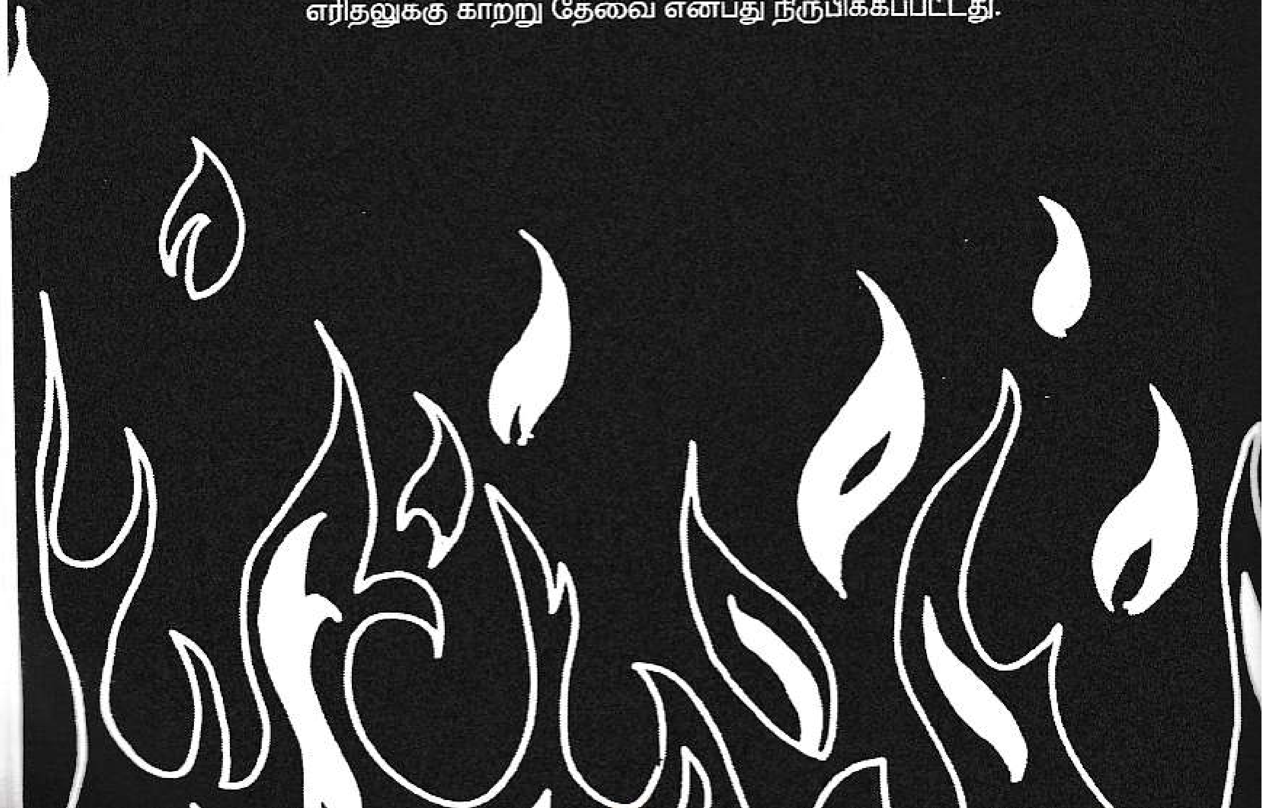


17 ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதி

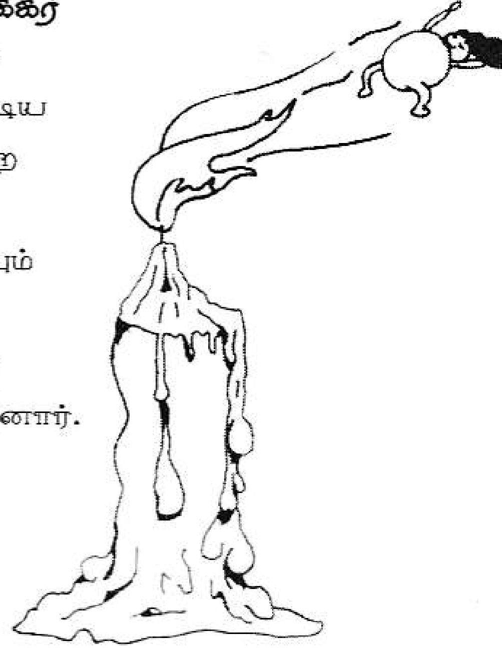
ஒரு பொருளின் எரிதல் எவ்வாறு நிகழ்கிறது என்பதனைப் பற்றியும், வேதி சேர்மங்களைப் பிணைத்து வைத்திருக்கும் விசையினைப் பற்றியும் புரிந்து கொள்வதில் அறிவியல் அறிஞர்கள் ஆர்வமாக இருந்தனர்.

எரிதலை உற்றுநோக்கும்போது, சுடரானது பொருளிலிருந்து விடுபட்டுச் செல்வது போன்ற தோற்றத்தினை ஏற்படுத்துகிறது. எனவே இந்நிகழ்வின்போது பொருளானது எதையோ இழப்பதுபோல் தோன்றுகிறது. கரிமப்பொருள்கள் எரிந்து முடிந்த பிறகு நாம் பெறும் சாம்பல் குறைந்த நிறை கொண்டதாக இருப்பது இக்கருத்திற்கு வலுசேர்ப்பதாக அமைந்துள்ளது. ஆனால் நடைமுறையில் உலோகம் எரிந்தபிறகு பெறும் உலோகச்சாம்பல் எரிதலுக்கு முன்பு இருந்ததை விட அதிக கனம் கொண்டதாக இருப்பதை உலோகவியலாளர்கள் அறிந்து இருந்தனர். இத்தகைய எரிதல் நிகழ்வை அவர்களால் கரிமப்பொருள்களின் எரிதலோடு தொடர்புபடுத்த இயலவில்லை.

எரிதலுக்கு காற்று தேவை என்பதனை சோதனைகள் நிருபித்தன. உதாரணமாக, பாயில் கந்தகத்தை வெற்றிடத்தில் எரிய வைக்க முயற்சி செய்யும்போது அவரால் எரிய வைக்க இயலவில்லை. இதன்மூலம் எரிதலுக்கு காற்று தேவை என்பது நிருபிக்கப்பட்டது.



ஜோஹன் ஜீவாகின் பெக்கர் (1635-1682) எனும் ஜெர்மானிய அறிஞர் எரியக்கூடிய பொருள்கள் டெராபிங்கஸ் என்ற கொழுப்பு பொருளொன்றைத் தனக்குள்ளே கொண்டுள்ளதாகவும் அப்பொருள் எரியும்போது டெராபிங்கஸ் பொருளிலிருந்து விடுபட்டுச் செல்வதாகவும் கருதினார்.



இக்கருத்தானது அவரது மாணவர் **ஜார்ஜ் எர்ன்ஸ்ட் சதல்** (1660-1734) என்பவரால் முன்னெடுத்துச் செல்லப்பட்டது. அவர் இக்கருத்தின் அடிப்படையில் எரிதலுக்கான கொள்கை ஒன்றை விளக்கினார். சதல் எரிதலுக்கு பயன்படுவதாக கருதப்பட்ட அக்கொழுப்பு பொருளிற்கு **ஃப்ளோஜெஸ்டான்** எனப் பெயரிட்டார். கிரேக்க மொழியில் அதன் பொருள் எரித்தல் அல்லது எளிதில் எரிதல் என்பதாகும்.



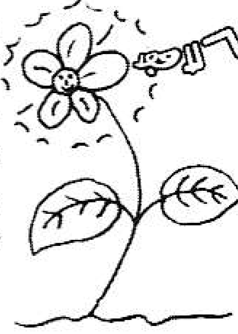
"எரிதல்
நிகழும்போது
ஃப்ளோஜெஸ்டான் பொருளிலிருந்து
விடுபட்டு செல்கிறது. காற்றானது
இவ்வாறு விடுபடும் ஃப்ளோஜெஸ்டானை
எடுத்துச்செல்லும் ஊடகமாக செயல்படுகிறது.
உலோகங்களை வெப்பப்படுத்தும்போது
அவை ஃப்ளோஜெஸ்டானை இழந்து
கால்க்ஸ்(ஆக்சைடு) ஆக மாறுகிறது.
எனவே உலோகமானது கால்க்ஸை விட
சிக்கலானதாகும்."



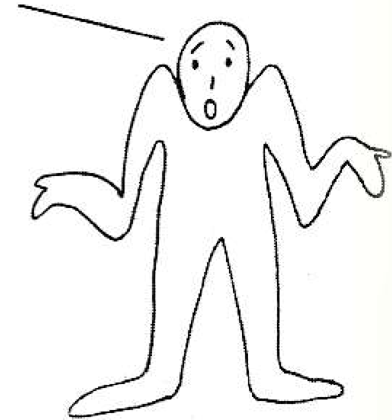
தாவரங்கள் காற்றில் உள்ள ஃப்ளோஜெஸ்டானை உறிஞ்சி அதிக ஃப்ளோஜெஸ்டானை தன்னுள் கொண்டுள்ளன. தாவரப் பொருள்கள் உலோகங்களின் கால்க்ஸ்களுடன் வினைபுரிந்து அவற்றில் ஃப்ளோஜெஸ்டானை நிரப்பி அவற்றை மீண்டும் உலோகங்களாக மாற்றுகின்றன. நிலக்கரி ஆனது மிக அதிக அளவில் ஃப்ளோஜெஸ்டானை தன்னுள் கொண்டுள்ள காரணத்தால் இந்நிகழ்விற்கு மிக முக்கியமாகப் பயன்படுகிறது.

ஃப்ளோஜிஸ்டான்

அப்போதைக்கறியப்பட்டிருந்த எரிதல் தொடர்பான உண்மைகளுக்கு ஃப்ளோஜெஸ்டான் கொள்கை நல்ல விளக்கத்தினை அளித்தது. ஆக்சிஜனேற்றம் மற்றும் ஆக்சிஜன் ஒடுக்கத்தினைப் பற்றி இன்று நாம் அறிந்துள்ளதற்கு மாறாக இவ்விளக்கம் இருந்தாலும், இது ஒரு முக்கிய முயற்சியாகும். நாம் ஆக்சிஜனேற்றத்தின்போது ஒரு பொருள் ஆக்சிஜனை எடுத்துக்கொள்வதாகக் கருதுகிறோம். ஆனால் சதல் ஒரு பொருள் ஃப்ளோஜெஸ்டானை வெளியிடுவதாகக் கருதினார்.



அவரது கருத்தினையே எடுத்துக்கொண்டாலும், அதிலும் ஒரு நிலையற்ற தன்மையையே காணமுடிகிறது.கரிமப்பொருள்களை எரிக்கும்போது கிடைக்கும் விளைபொருளானது மூலப்பொருளை விட நிறை குறைவாகக் காணப்படுகிறது. ஆனால் ஓர் உலோகமானது கால்சினேசன் அடையும்போது பிரச்சனை எழும்புகிறது. ஃப்ளோஜெஸ்டான் கொள்கையின்படி, நிறை குறைவதற்குப் பதிலாக அதிகரித்துக் காணப்படுகிறது. ஆனால் சதல் இதனை ஒரு முக்கிய பிரச்சனையாகக் கருதவில்லை. அவர் ஃப்ளோஜெஸ்டான் என்பதனை நேரடியாக ஓர் இயல் பொருளினைப்போல் காண இயலாது எனக் கருதினார். இவ்வாறான ஒன்றுக்கொன்று முரணான கருத்துகளால் ப்ளோஜெஸ்டான் கொள்கையானது காலப்போக்கில் வீழ்ச்சி அடையத் தொடங்கியது.



ஆனாலும் 1700-களின் நடுப்பகுதி வரையிலும் ஃப்ளோஜெஸ்டான் கொள்கையானது முழுவதும் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட ஒன்றாகவே விளங்கியது.

இதனோடு இணைந்து **வேதியியல் பிணைப்பு**க்கான கொள்கைகள் மற்றும் வேதிவினைகளுக்கான **விசைகள்** பற்றிய கொள்கைகளும் வளர்ச்சிப்பெறத் தொடங்கின. பிணைப்பானது நியூட்டனின் [அக்கால கட்டங்களில் இயற்பியல் நிகழ்வுகளை விளக்க மிகப்பரவலாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டதால்] கொள்கையின்படி விளக்கப்பட்டது. ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் குறிப்பிட்ட ஈர்ப்புவிசையைப் பெற்று விளங்குகின்றன. அந்தந்த பொருளிற்கே உரிய தனித்துவமான அவ்வீர்ப்பு விசையே அனைத்து விதமான வேதியியல் மற்றும் இயற்பியல் இடைவினைகளுக்குக் காரணமாக அமைவதாகக் கருதப்பட்டது. வேதியியலாளர்கள் இதனைப் பயனுள்ள வகையில் விளக்குவதற்காக தனிமங்களின் பிணைப்பிற்கான அட்டவணையை உருவாக்க வேண்டும் எனக் கருதினர். இதன்மூலம் ஒரு வேதிவினையில் ஒரு சேர்மத்தின் மூலக்கூறுகள் ஒன்றுடன் ஒன்று எவ்வாறு வினைபுரிகின்றன என்பதனை அறியலாம் எனக் கருதினர். மேலும், அதே வேதிவினையில் வேறு தனிமங்கள் பயன்படுத்தப்படும்போது அவை ஒன்றுக்கொன்று வினைபுரியும் தன்மையையும் இவ்வட்டவணை மூலம் முன்னரே ஊகித்து அறிய இயலும் எனக் கருதினர்.

எட்டியன் பிரான்சுவா ஜாவ்ரி [1672-1731] இவர் பருப்பொருள்களை ஓர் அட்டவணையில் வரிசைப்படுத்தினார். ஒவ்வொரு பருப்பொருளையும் அட்டவணையின் தலைப்புகளில் அவற்றின் அல்கெமி குறியீடுகளில் குறிப்பிட்டார். ஒவ்வொரு தலைப்பின் கீழ் உள்ள நெடுவரிசையிலும் அப்பருப்பொருள்களுடன் வினைபுரியக்கூடிய பொருள்கள் **சோதனை மூலம் கண்டறியப்பட்டு** வரிசைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. நெடுவரிசையின் கீழே செல்லச்செல்ல தலைப்பில் உள்ள பருப்பொருளுடன் வினைப்புரியக்கூடிய அளவு குறைந்துகொண்டே செல்லும். அதாவது இவை தலைப்பில் உள்ள பருப்பொருளுடன் பிணைப்பினை ஏற்படுத்தும் வலிமையின் இறங்கு வரிசையில் இப்பொருள்கள் அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

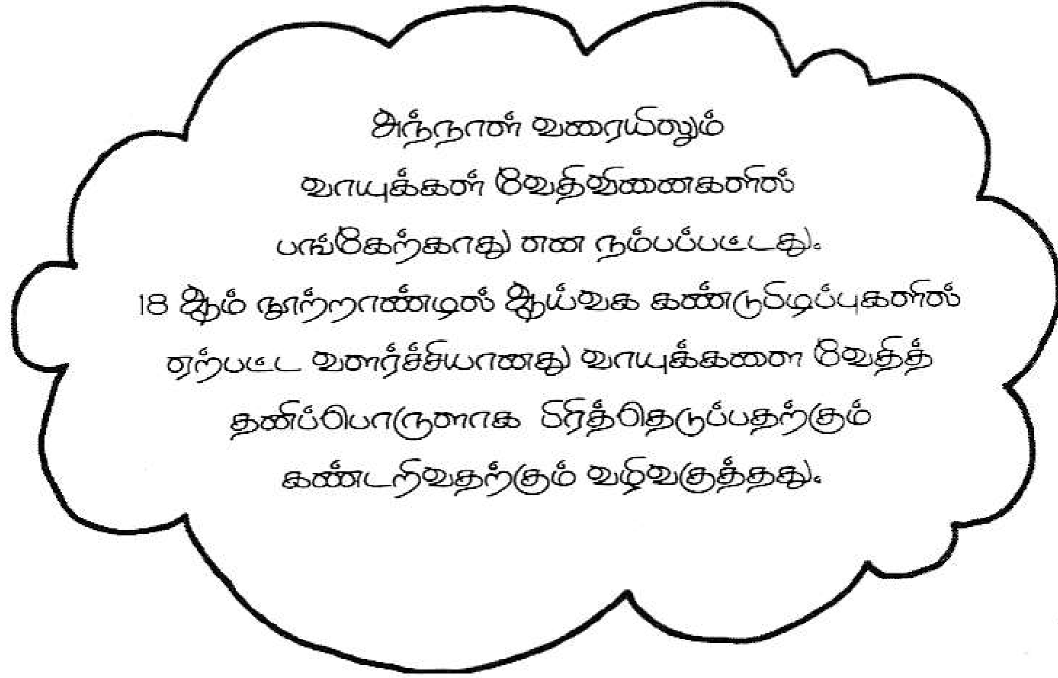
TABLE DES DIFFERENTS RAPPORTS
observés entre differentes substances

∽	-⊖	-⦶	-⊕	🜃	⊖v	⊖^	SM	🜍	☿	♄	♀	☽	♂	♕	▽
⊖v	♃	♂	🜍	-⊕	-⊕	-⊕	-⊖	⊖v	☉	☽	☿	♄	♕	♂	V^S
⊖^	♕	♀	⊖v	-⦶	-⦶	-⦶	-⊕	♂	☽	♀	PC	♀	☽ ♀ ♄	☽ ♀ ♄	⊖
🜃	♀	♄	⊖^	-⊖	-⊖	-⊖	-⦶	♀	♄						
SM	☽	☿	🜃		✢		✢	♄	♀						
	☿	☽	♂		🜍			☽	ζ						
			♀					♕	♕						
			☽					☿							
	☉							☉							

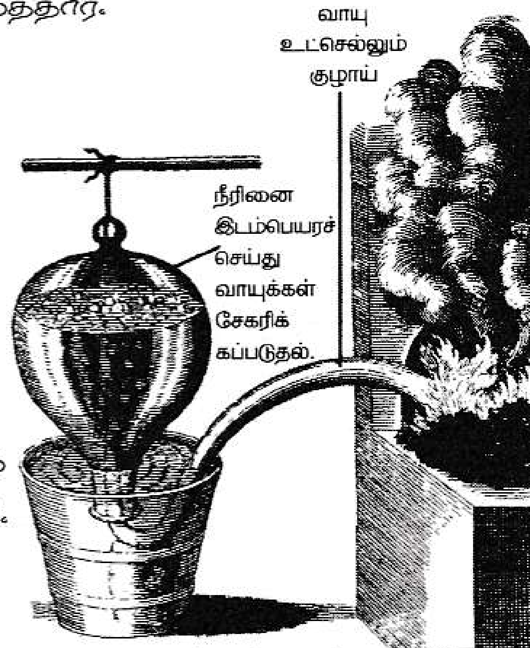
∽ Esprits acides
-⊖ Acide du sel marin
-⦶ Acide nitreux
-⊕ Acide vitriolique
⊖v Sel alkali fixe
⊖^ Sel alkali volatil
🜃 Terre absorbante
SM Substances metalliques
☿ Mercure
♕ Regule d'Antimoine
☉ Or
☽ Argent
♀ Cuivre
♂ Fer
♄ Plomb
♃ Etain
ζ Zinc
PC Pierre Calaminaire
🜍 Soufre mineral
Principe huileux ou Soufre Principe
✢ Esprit de vinaigre
▽ Eau
⊖ Sel
Esprit de vin et Esprits ardents

Geoffroy's Table of Affinities. (From *Mémoires de l'académie royale des sciences*, 1718, p. 212.)

அதிக அளவிலான வேதியியல் சேர்மங்கள் கண்டறியப்பட்ட பிறகு இவ்வட்டவணையினை நிறைவு செய்வது என்பது கடினமாக மாறியது.



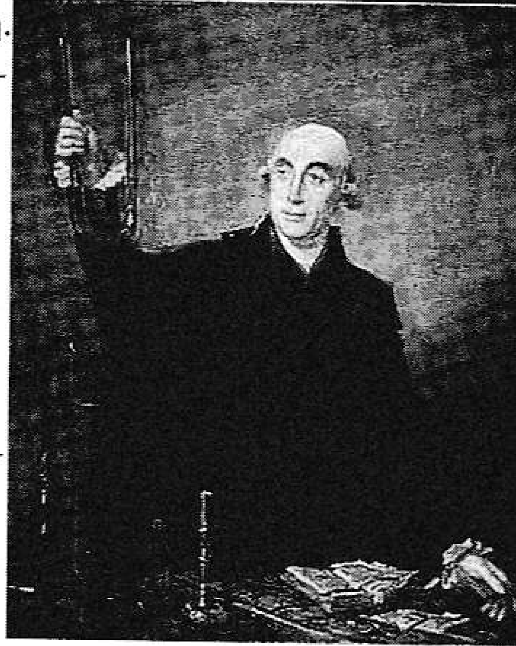
ஆங்கிலேய மதகுருமாரான ஸ்டீபன் ஹேல்ஸ் (1677 – 1761) பல்வேறு பொருள்களை வெப்பப்படுத்தும்போது அவற்றில் இருந்து வெளிவரும் வாயுக்களின் அளவினைப் பற்றிய ஆய்வுகளில் ஈடுபட்டார். இவ்வாய்விற்காக அவர் மிகச்சரியான ஒரு வாயுத்தொட்டியினை அமைத்தார். அதில் வாயுக்களானது நீரினை இடப்பெயர்ச்சி செய்து சேமிக்கப்பட்டது. இக்கருவியானது பின்னாட்களில் வேதியியலில் வாயுக்களைப் பற்றிய ஆய்வில் ஈடுபட்டவர்களுக்கு மிகவும் பயனுள்ளதாக அமைந்தது.



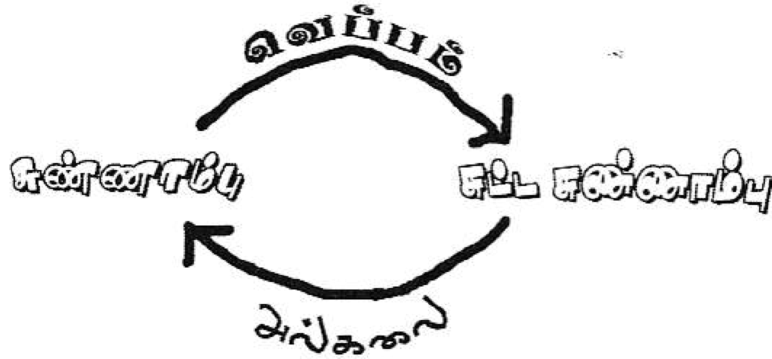
ஹேல்ஸின் வாயுத் தொட்டி

ஸ்காட்லாந்தின் ஜோசப் பிளாக்(1728-1799) எடின்பர்க் பல்கலைக்கழகத்தில் மருந்து பற்றிய அவரது மருத்துவபடிப்பிற்கான ஆய்வறிக்கையின் ஒரு பகுதியாக வாயுக்களைப் பற்றி ஆராய்ந்தார்.

சுண்ணாம்பினை ($CaCo_3$) வெப்பப்படுத்தும்போது அது வாயுவினை வெளியிட்டு சுட்ட சுண்ணாம்பினை (CaO) தருகிறது. சுட்ட சுண்ணாம்பினை மீண்டும் அல்கலை (சோடியம் கார்பனேட்) உடன் வினைப் படுத்தும்போது அது மீண்டும் தூய சுண்ணாம்பினைத் தருகிறது.



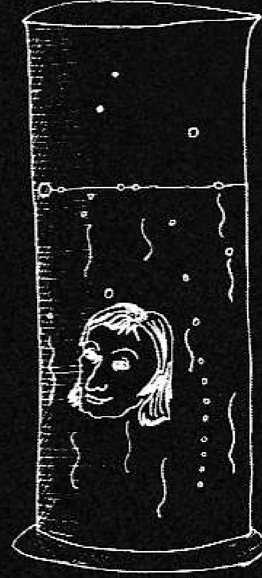
நாம் வாயுக்கள் வேதிவினையில் ஈடுபடுகிறது என்பதனைக் கண்டறிந்துள்ளோம். அதனை (CO_2) திண்ம நிலையில் வைத்திருக்க இயலுவதால், நாம் அவ்வாயுவினை நிலையான காற்று என்று அழைக்கலாம்.



இக்கண்டுபிடிப்பானது வேதியியலாளர்கள் அந்நாள் வரையிலும் வேதிவினைகளைப் பற்றிக் கொண்டிருந்த கருத்துகளை முற்றிலும் மாற்றி அமைத்தது. முதல் முறையாக வாயுவானது (காற்றானது) வேதிவினையின் மூலமாக திண்மப்பொருளுடன் இணைத்து புதிய சேர்மங்களை உருவாக்கும் எனக் கண்டறியப்பட்டது. அவ்வாறு உருவாகும் புதிய சேர்மமானது முற்றிலும் புதிய பண்புகளைக் கொண்டுள்ளது எனவும் கண்டறியப்பட்டது.

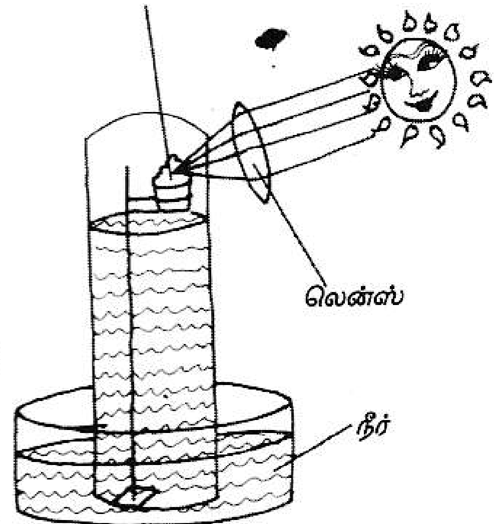
வித்தியாசமான ஆங்கிலேய மதகுருவான **ஜோசப் பிரிஸ்ட்லீ** (1733-1804) தொழில்சாரா வேதியியலாளர் ஆவார். இவர் வேதியியல் துறையில் முற்றிலும் எவ்வித பயிற்சியும் இல்லாதவர். மேலும் தனது 38-வது வயது வரையிலும் எந்தவொரு வேதியியல் ஆய்வினையும் இவர் மேற்கொண்டதில்லை. மது தயாரிக்கும் பகுதிக்கு அருகில் வசிக்கும் நிலை ஏற்பட்டபோது அவருக்கு ஏராளமான அளவில் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு கிடைத்தது. இது வாயுவினைப் பற்றிய ஆய்வில் ஈடுபட அவருக்கு உதவியது. அவ்வாயுவானது எரிந்து கொண்டிருந்த மரத்துண்டுகளை அணைப்பதனை அப்போது அவர் கண்டறிந்தார்.

1772 ல் பிரிஸ்ட்லீ கார்பன் டை ஆக்சைடு கொண்டு செய்த சோதனையின் மூலம் சோடா நீரினை கண்டறிந்தார்



பிரிஸ்ட்லீ வாயுவினை சேகரிக்கும் தொட்டியில் நீருக்கு பதிலாக பாதரசத்தினைப் பயன்படுத்தினார். இதன்மூலம் அவரால் நீரில் கரையாமல் வாயுவினை தனியாகப் பிரித்தெடுக்க முடிந்தது. நைட்ரிக் ஆக்சைடு, கார்பன் மோனாக்சைடு, கார்பன் டை ஆக்சைடு, ஹைட்ரஜன் குளோரைடு மற்றும் அம்மோனியா போன்ற வாயுக்களை தனியாகப் பிரித்தெடுத்து அதன் பண்புகளை முதன்முறையாக பிரிஸ்ட்லீ ஆராய்ந்தார்.

1774. சிவப்பு நிற வீழ்படிவினை (அந்நாள் வரையிலும் பாதரச ஆக்சைடு கண்டறியப்படாத ஒன்றாகும்) லென்சினைப் பயன்படுத்தி வெப்பப்படுத்தும்போது அவர் நிறமற்ற மணமற்ற வாயுவினைப் பெற்றார். அவ்வாயுவின் முன்னிலையில் மெழுகின் சுடரானது பிரகாசமாக எரிந்தது. இவ்வாயு நிரம்பியுள்ள மூடப்பட்ட குடுவையில் வைக்கப்பட்ட விலங்குகள் சாதாரண வளிமண்டல காற்று



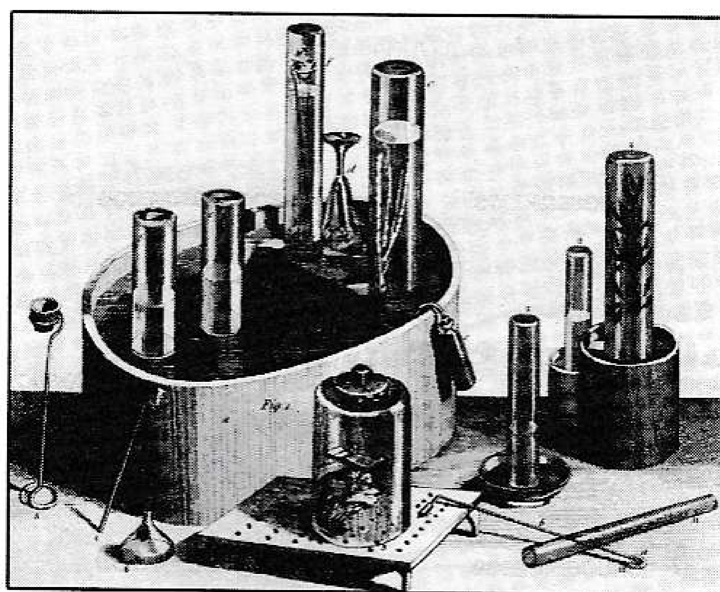
நிரப்பப்பட்ட குடுவையில் வைக்கப்பட்டிருந்த விலங்குகளை விட நீண்ட காலம் வாழ்ந்தன.

பிரீஸ்ட்லீ

ஆக்சிஜனை கண்டறிந்து விட்டார்.

"இவ்வாயுவை ஃப்ளோஜெஸ்டான் அற்ற காற்று எனலாம். ஏனென்றால் இது எரிதலின்போது வெளியிடப்பட்ட ஃப்ளோஜெஸ்டானை அதிக அளவில் உட்கவரத்தக்கதாக உள்ளது."

இவ்வாயுவானது தனியாக மற்றொரு அறிவியல் அறிஞரான **காரல் வில்ஹெலம் ஷீல்** என்பவராலும் கண்டறியப்பட்டது (1742-1786)



இப்படம் பிரிஸ்ட்லீயின் எக்ஸ்பிரிமென்ட்ஸ் அன்ட் அப்சர்வேஷன்ஸ் ஆன் டிஃபரென்ட் கைன்ட்ஸ் ஆப் ஏர் என்ற புத்தகத்தில் இருந்து மீள வரையப்பட்டதாகும். இது காற்றினைக் கொண்டு சோதனைகள் மேற்கொள்ள பிரிஸ்ட்லீ பயன்படுத்திய உபகரணமாகும். இதில் உள்ள மிகப்பெரிய கலன் வாயுசேகரிக்கும் தொட்டியாகும். கவிழ்த்துவைக்கப்பட்ட ஜாடிகளில் எலி, தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன.

மேலும் பிரிஸ்ட்லீ ஃப்ளோஜெஸ்ட்டான் அற்ற காற்றினை பசுந்தாவரங்கள் சூரிய ஒளியின் முன்னிலையில் அதிகஅளவில் வெளியிடுகின்றன என்பதனைக் கண்டறிந்தார். ஒளிச்சேர்க்கை பற்றி பின்னாளில் மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வுகளுக்கு இக்கண்டுபிடிப்பு அடிப்படையாக விளங்கியது.

ஃப்ளோஜெஸ்டான் கொள்கையினால் விளக்கப்பட இயலாத பல்வேறு சோதனை முடிவுகள் கிடைக்கப்பெற்றன.

ஆண்டனி லாரன்ட் லவாய்சியர் (1743–1794), பிரெஞ்சு நாட்டைச் சேர்ந்த செல்வந்தரான லவாய்சியர் எரிதல் மற்றும் பிற வேதியியல் வினைகளைப் புரிந்து கொள்வதற்கான கோட்பாட்டு அளவிலான கொள்கையினை வெளியிட்டார். இது வேதியியலை நவீன தளத்திற்கு இட்டுச் சென்றது.

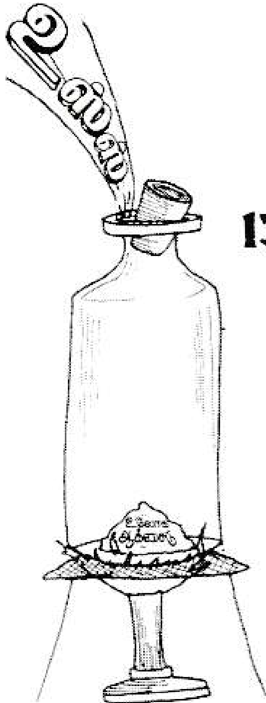
இந்நிகழ்வானது

வேதியியல் புரட்சி

எனப் பல நேரங்களில் நினைவு கூறப்படுகிறது.

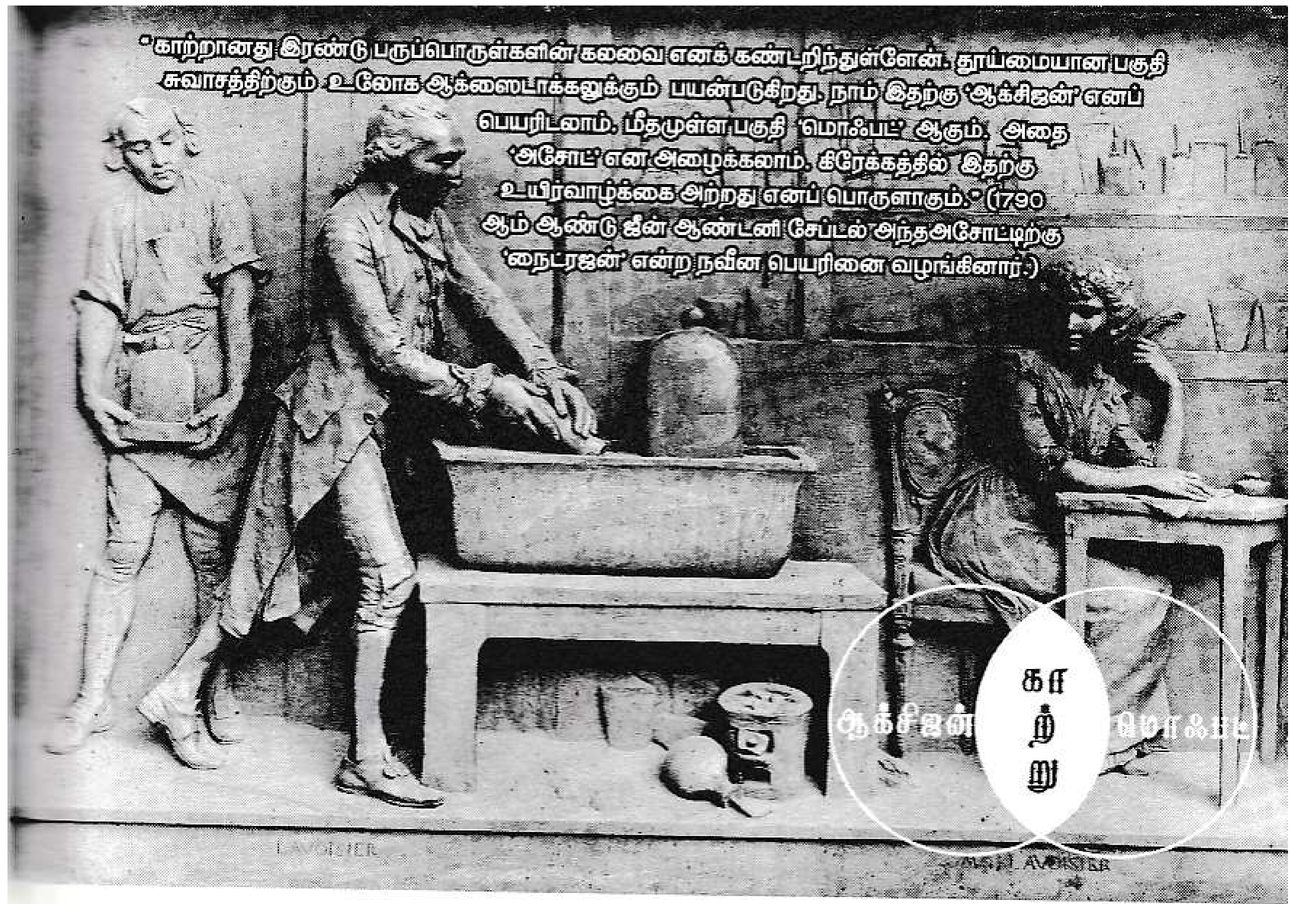
உலோகங்களை சூடுதல் அல்லது சுண்ணமாக்குதல் என்பது பாஸ்பரஸ் மற்றும் சல்பரை எரிப்பதற்கு சமமான நிகழ்வாகும். இந்நிகழ்வுகளில் காற்றானது முக்கிய பங்காற்றுகிறது.


ஆண்டனி லாரன்ட் லவாய்சியர்



1770 களில்

இவர் வெள்ளீயத்தினை ஒரு மூடிய குடுவையில் வைத்து சுண்ணமாக்கியபோது அது பகுதி உலோக ஆக்சைடாக மாறியது. ஆனால் குடுவையினைத் திறக்கும்வரை அதில் எந்தவொரு எடை ஏற்றமும் ஏற்படவில்லை. குடுவையினை திறக்கும்போது காற்றானது மிக வேகமாக குடுவையினுள் நுழையும் ஓசையினைக் கேட்க முடிந்தது. உலோக ஆக்சைடாக மாறும் நிகழ்வில் உலோகத்தின் எடை அதிகரிப்பானது, உலோகமும் காற்றும் இணைவதால் ஏற்படுகிறது என்பது தெளிவாகிறது. இதன்மூலம் உலோகம் எளிமையானது என்பதும் அதனை எரிப்பதன் மூலம் உருவாகும் உலோக ஆக்சைடு உலோகத்தினை விட சிக்கல் வாய்ந்தது என்பதும் தெளிவாகிறது. ஃப்ளோஜென்டான் கொள்கையின்படி கருதப்பட்டிருந்த நிலைக்கு மாறாக இக்கண்டுபிடிப்பு இருந்தது.



"ஒவ்வொரு எரிதல் வினையும் ஆக்சிஜனுடன் இணைந்து நடைபெறுகிறது என்பதனையும் அப்போது ஒளியும் வெப்பமும் வெளிப்படுகிறது என்பதனையும் உணர்ந்து இருந்தால் ஃப்ளோஜிஸ்டான் கொள்கையில் உள்ள பல குறைபாடுகள் நீக்கப்பட்டிருக்கும்."

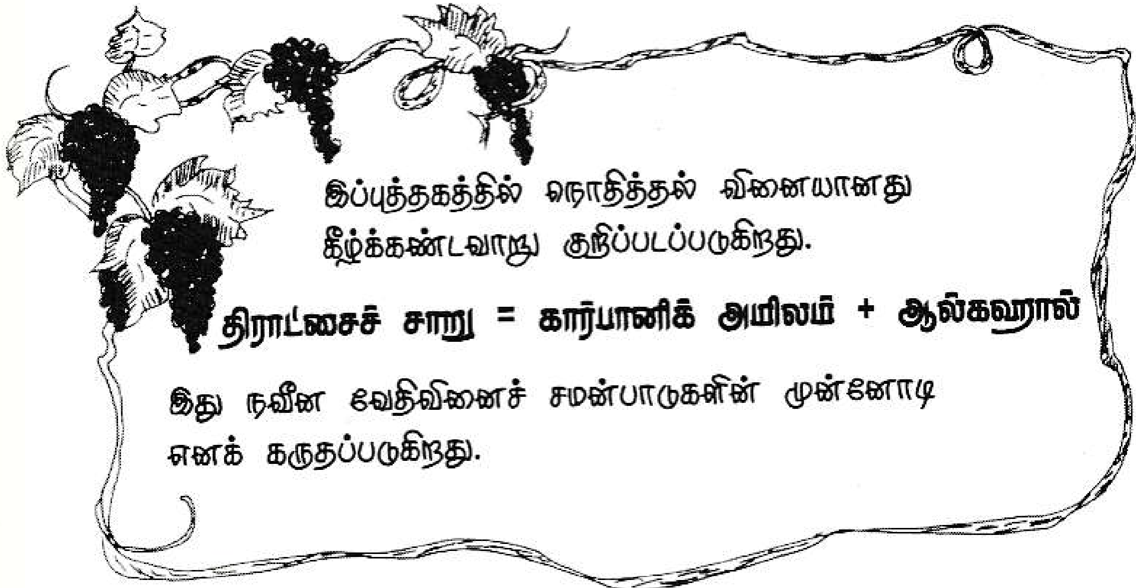
நீர் மூலக்கூறின் சேர்மானத்தினைப் புரிந்துகொள்வதே லவாய்சியரின் கொள்கையினை நிறைவு செய்வதற்குத் தேவையாக இருந்த இறுதி முயற்சியாகும்.

1781, ஜோசப் பிரிஸ்ட்லீ மற்றும் ஹென்றி கேவண்டிஷ் ஆகியோர் ஒரு குடுவையில் வைக்கப்பட்டிருந்த எளிதில் தீப்பற்றும் காற்றினை (ஹைட்ரஜன்) எரிய வைக்க முயற்சிக்கும்போது அக்குடுவையின் உள்ளே திவலைகள் படர்ந்து இருப்பதனைக் கண்டனர். இத்திவலைகள் நீர்த்திவலைகள் எனக் கண்டறியப்பட்டது. இரண்டு வருடங்கள் கழித்து லவாய்சியர் இவ்வாறு விளக்கமளித்தார்.

"நீரானது எளிதில் தீப்பற்றும் காற்று (ஹைட்ரஜன் என்ற பெயரானது இவ்வாயுவைக் கண்டறிந்த கேவண்டிஷால் வழங்கப்பட்டது) மற்றும் ஆக்சிஜன் ஆகிய இரண்டு வாயுக்களால் உருவாக்கப்பட்ட சேர்மம் ஆகும்."



1789, பாரீஸ்: லவாய்சியரால் வேதியியலுக்கான பாடநூலான **டிரிட் எலிமென்டரி டி கெமி** புத்தகம் வெளியிடப்பட்டது. இந்நூலானது ஆய்வு முடிவுகளின் அடிப்படையில் ஃப்ளோஜிஸ்டான் கொள்கையினை தகர்த்து எரிதலுக்கான மிக முக்கிய நவீன விளக்கத்தினை அளித்தது. இயற்கையின் அனைத்து உயிரினத்தொகுதிகளிலும் காணப்படக்கூடிய எளிய தனிமங்களின் அட்டவணையினையும் இப்புத்தகம் கொண்டிருந்தது. இதுவே வேதியியல் தனிமங்களின் முதல் உண்மையான அட்டவணை எனக் கருதப்படுகிறது.



பிரெஞ்ச் புரட்சி உச்சத்தில் இருந்த காலகட்டத்தில் லவாய்சியர் தனது 50-வது வயதில் 1794 ஆம் ஆண்டு கில்லட்டினில் ஏற்றிக் கொல்லப்பட்டார்.

1799 ஆம் ஆண்டு பிரெஞ்ச் வேதியியலாளர்

ஜோசப் லூயிஸ் பிரௌஸ்ட்

(1754 – 1826) ஸ்பெயின் நாட்டின் மாட்ரிட் நகரத்தில் மாறா விகித விதியினை ஆய்வின் மூலம் விளக்கினார். அவர் "காப்பர் கார்பனேட் உள்ளடக்கியுள்ள தனிமங்களின் எடைகளின் விகிதமானது எப்போதும் மாறாததாகும். இவ்விகிதமானது காப்பர் கார்பனேட் எம்முறையில் தயாரிக்கப்பட்டது என்பதனையோ அல்லது அது இயற்கையாக அல்லது செயற்கையாக வேதிவினைகளின் மூலம் பெறப்பட்டது என்பதனையோ பொறுத்து மாறுவதில்லை" என்றார்.



மான்செஸ்டர் நகரில்

ஜான் டால்டன் (1766-1844) அணுக்கொள்கையினை வெளியிட்டார். அக்கொள்கை பிரௌஸ்டின் விதியினை விளக்கியதோடு சேர்மங்களைப் பற்றிய இன்றைய நமது கொள்கைகளுக்கும் அடித்தளமிட்டது.

"அணுக்கள் அடர்த்தி மிகுந்த கோளங்களாகும். வெவ்வேறு தனிமங்கள் வெவ்வேறு அளவிலான அணுக்களைக் கொண்டுள்ளன. இரண்டு தனிமங்களைக் கொண்டுள்ள சேர்மமானது ஒவ்வொரு தனிமத்தினையும் சேர்ந்த ஒவ்வொரு அணுவினைக் கொண்டுள்ளது. நீர் என்பது ஒரு ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஓர் ஆக்சிஜன் கொண்டுள்ள சேர்மமாகும். இதேபோன்று அம்மோனியா ஒரு ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஒரு நைட்ரஜன் கொண்டுள்ள சேர்மமாகும். இவ்வாறே சேர்மங்கள் உருவாகின்றன."



ஜான் டால்டன்

ELEMENTS Plate 4

Simple

Binary

Ternary

Quaternary

Quinquenary & Sextenary

Septenary

EXPLANATION OF THE PLATES. 219

PLATE IV. This plate contains the arbitrary marks or signs chosen to represent the several chemical elements or ultimate particles.

Fig.			Fig.		
1	Hydrog. its rel. weight	1	11	Strontites	46
2	Azote,	5	12	Barytes	68
3	Carbone or charcoal,	5	13	Iron	38
4	Oxygen,	7	14	Zinc	56
5	Phosphorus,	9	15	Copper	56
6	Sulphur,	13	16	Lead	95
7	Magnesia,	20	17	Silver	100
8	Lime,	23	18	Platina	100
9	Soda,	28	19	Gold	140
10	Potash,	42	20	Mercury	167

21. An atom of water or steam, composed of 1 of oxygen and 1 of hydrogen, retained in physical contact by a strong affinity, and supposed to be surrounded by a common atmosphere of heat; its relative weight = - - - - - 8
22. An atom of ammonia, composed of 1 of azote and 1 of hydrogen - - - - - - - 6
23. An atom of nitrous gas, composed of 1 of azote and 1 of oxygen - - - - - - - 12
24. An atom of olefiant gas, composed of 1 of carbone and 1 of hydrogen - - - - - - - 6
25. An atom of carbonic oxide composed of 1 of carbone and 1 of oxygen - - - - - - - 12
26. An atom of nitrous oxide, 2 azote + 1 oxygen - 17
27. An atom of nitric acid, 1 azote + 2 oxygen - - 19
28. An atom of carbonic acid, 1 carbone + 2 oxygen 19
29. An atom of carburetted hydrogen, 1 carbone + 2 hydrogen - - - - - - - 7
30. An atom of oxynitric acid, 1 azote + 3 oxygen 26
31. An atom of sulphuric acid, 1 sulphur + 3 oxygen 34
32. An atom of sulphuretted hydrogen, 1 sulphur + 3 hydrogen - - - - - - - 16
33. An atom of alcohol, 3 carbone + 1 hydrogen - 16
34. An atom of nitrous acid, 1 nitric acid + 1 nitrous gas - - - - - - - 31
35. An atom of acetous acid, 2 carbone + 2 water - 26
36. An atom of nitrate of ammonia, 1 nitric acid + 1 ammonia + 1 water - - - - - - 33
37. An atom of sugar, 1 alcohol + 1 carbonic acid - 35

எ நியூ சிஸ்டம் ஆப் கெமிக்கல் பிலாஸபி என்ற டால்டனின் புத்தகத்தின் பக்கங்கள்

இத்தகைய ஊகங்களின் அடிப்படையிலும் சேர்மங்களை வேதியியல் பகுப்பாய்வு செய்து பெறப்பட்ட முடிவுகளின்படியும் டால்டன் அணுக்களின் சார்பு எடையினைப் பெற்றார். இவர் நீரினை பகுப்பாய்வு செய்த பின்னர் கீழ்க்கண்ட முடிவினைப் பெற்றார். அதாவது நீரானது 85 2/3 பங்கு ஆக்சிஜன் மற்றும் 14 1/3 பங்கு எடை கொண்ட ஹைட்ரஜனைக் கொண்டுள்ளது. நாம் ஹைட்ரஜனின் சார்பு எடையை ஒரு அலகு எனக்கொண்டால் ஹைட்ரஜனைப் போன்று ஆக்சிஜன் ஆறு மடங்கு சார்பு எடையைக் கொண்டுள்ளது. இவ்வழிமுறையைப் பின்பற்றி டால்டன் பல்வேறு அணுக்களின் சார்பு எடையைக் கண்டறிந்தார். அத்தரவுகளைக் கொண்டு சார்பு அணு எடையை அடிப்படையாகக் கொண்ட முதல் அட்டவணையை உருவாக்கினார்.

டால்டன் அவரது கொள்கையினை விளக்குவதற்காக அணுக்களுக்கான குறியீடுகளைக் கொண்ட தொகுப்பினை உருவாக்கினார். இந்த குறியீட்டு முறை இக்கொள்கையை எளிதில் அனைவரையும் ஏற்றுக்கொள்ள வைத்தது.

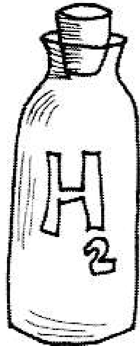
ஹைட்ரஜன் நைட்ரஜன் கார்பன் சல்பர் ஆக்சிஜன் சோடா பாட் ஆஷ்

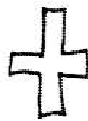
நீர் அம்மோனியா கார்பானிக் ஆக்சைட் கார்பானிக் அமிலம் ஆல்கஹால் சர்க்கரை (1 அணு ஆல்கஹால்+ 1 அணு கார்பானிக் அமிலம்)



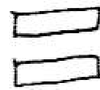
ஸ்வீடன் வேதியியலாளரான **ஜான் ஜேக்கப் பெர்செலியஸ்** (1779–1848) ஒரு சேர்மத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட தனிமத்தினைச் சேர்ந்த ஓர் அணு வேறு ஏதேனுமொரு தனிமத்தின் பல்வேறு எண்ணிக்கையிலான அணுக்களுடன் பிணைப்பினை ஏற்படுத்திக்கொள்ள இயலும் என்றும், இவை கூட்டாக இணைந்து அதற்கு மேலும் பல்வேறு எண்ணிக்கையிலான அணுக்களுடன் பிணைப்பினை ஏற்படுத்திக்கொள்ள இயலும் என்றும் கண்டுணர்ந்தார்.

1809 ஆம் ஆண்டு பிரெஞ்ச் வேதியியலாளர், **ஜோசப் லூயிஸ் கே-லூசாக்** (1778-1850) பின்வரும் கருத்தினை முன்மொழிந்தார். வேதிவினையில் ஈடுபடும் வாயுக்களின் கனஅளவுகளின் விகிதமானது சிறிய முழு எண்களாக உள்ளன. ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்சிஜன் 2:1 என்ற விகிதத்தில் இணைந்து நீர் மூலக்கூறினை உருவாக்குகின்றன. அதேபோன்று ஒரு மடங்கு கனஅளவு கொண்ட நைட்ரஜன் மற்றும் மூன்று மடங்கு கனஅளவு கொண்ட ஹைட்ரஜன் இணைந்து அம்மோனியாவை உருவாக்குகின்றன.









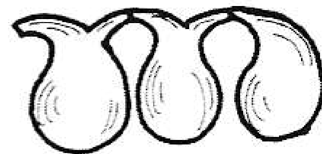


ஹைட்ரஜன் ஆக்சிஜன் நீர் (வாயு நிலை)



அவகாட்ரோ, எளிய வாயுக்களின் அணுக்கள் ஒன்றிணைந்து மூலக்கூறுகளை உருவாக்குகின்றன. (எ.கா O_2, H_2). இவை பிற வாயுக்களுடன் வினைபுரியும்போது இம்மூலக்கூறுகள் பிளவுற்று புதிய மூலக்கூறுகளை உருவாக்குகின்றன என ஊகித்தார். "நீர் மூலக்கூறானது, ஆக்சிஜனின் அரை மூலக்கூறு, ஹைட்ரஜனின் ஒரு மூலக்கூறு அல்லது இரண்டு அரை மூலக்கூறுகளுடன் இணைந்து உண்டாகிறது".

அவகாட்ரோவின் கொள்கைகளுக்கு போதுமான ஆதாரம் இல்லாத காரணத்தினால் ஒத்த அணுக்கள் ஒன்றோடொன்று பிணைப்பினை ஏற்படுத்தும் என்பதனை ஏற்றுக்கொள்ள வைப்பது கடினமாக இருந்தது. எனவே வெளியிடப்பட்ட அரை நூற்றாண்டுகளுக்குப் பிறகே இக்கொள்கையானது ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது.



1814. பெர்சிலியஸ் அணு எடைகளின் அடிப்படையிலான அட்டவணையை வெளியிட்டார். அவ்வட்டவணையானது தற்காலத்தில் பயன்படுத்தப்படும் அட்டவணையினை ஒத்திருந்தது. எண்வழி கணக்கீடுகளை வேதியியல் சமன்பாடுகளுக்குப் பிரதியிட இயன்றதன் மூலமும் ஒவ்வொரு தனிமமும் அடிப்படையான பண்புகளின் மூலம் அடையாளப்படுத்தப்பட்டதன் மூலமும் வேதியியலானது மிக அதிக அளவில் ஓர் ஒழுங்குமுறைக்கு உட்படுத்தப்பட்டது.

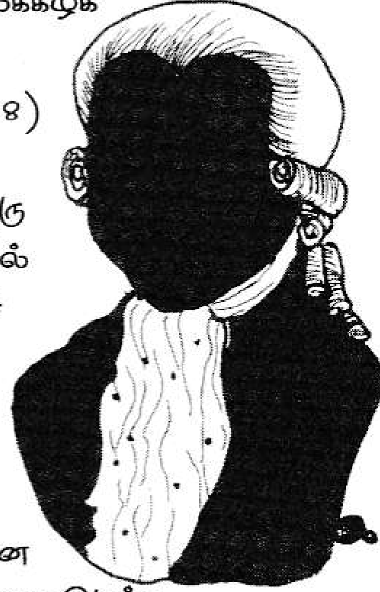
பெர்சிலியஸ் **நவீன வேதியியல் குறியீடுகள்** -ஐ அறிமுகப்படுத்தியதன் மூலம் வேதியியல் மேலும் ஒழுங்குமுறைக்குக் கொண்டுவரப்பட்டது. வேதியியல் குறியீடுகள் சேர்மங்களை எளிதாகவும், சுருக்கமாகவும் குறிக்கப் பயன்படுகின்றன. ஒரு தனிமத்தின் இலத்தீன் பெயரின் முதல் எழுத்து அத்தனிமத்தின் குறியீடாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இரண்டு தனிமங்களின் பெயர்களின் முதல் எழுத்தானது ஒரே எழுத்தாகக் காணப்பட்டால் இரண்டாவது எழுத்துடன் இணைந்து குறியீடு எழுதப்படுகிறது. அக்குறியீடானது தனிமத்தின் ஓர் அணுவினையோ அல்லது அதன் **அணு எடை**யினை குறிப்பதாகவோ உள்ளது.

தனிமம்	இலத்தீன் பெயர்	குறியீடு
சல்பர்	சல்பர்	S
சிலிக்கான்	சிலிசியம்	Si
ஆன்டிமணி	ஸ்டிபியம்	St*
டின்	ஸ்டேன்னம்	Sn

*பெர்சிலியஸ் பயன்படுத்திய குறியீடுகளில் சில மாற்றங்கள் செய்யப்பட்டுள்ளன. உதாரணமாக ஆன்டிமணியின் தற்போதைய குறியீடானது Sb ஆகும்.

வேதிவினைகளின் மூலமாக மின்சாரம் உருவாக்கப்படுகிறது என்ற கண்டுபிடிப்பானது ஒரு புதிய திசையில் அறிவியல் உலகில் புரட்சியை உருவாக்கியது.

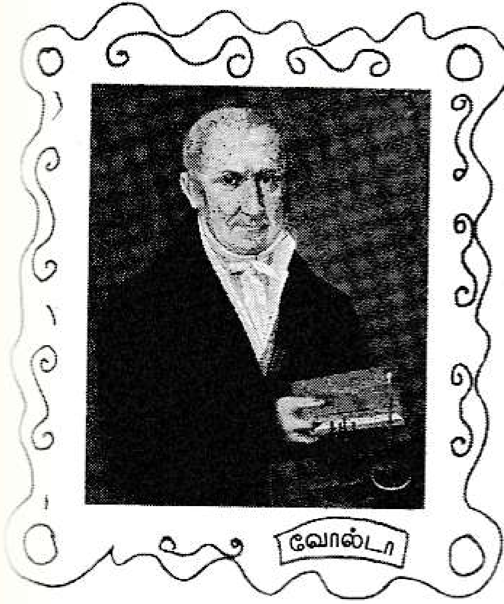
சில பொருள்களை ஒன்றுடன் ஒன்று உரசுவதன் மூலம் மின்சாரம் உருவாக்கப்படும் வழிமுறை மட்டுமே அந்நாட்களில் அறியப்பட்டிருந்தது. வேதிமின்சாரத்தின் கண்டுபிடிப்பானது தற்செயலாக நிகழ்ந்த ஒன்றாகும்.



1786 ல் ஃபெலோனா பல்கலைக்கழக உடலியல் பேராசிரியர் **லூயி கால்வானி** (1737–1798) உடற்கூறு செய்யப்பட்ட ஒரு தவளையை செம்பினால் செய்யப்பட்ட ஒரு ஆணியினைக் கொண்டு இரும்பு பலகையில் தொங்கவிட்டார். அப்போது அதன் தசைகள் துடிப்பதனைக் கண்டார். சுவாரசியமான இந்நிகழ்விற்கு அவர் விளக்கம் பெற முயற்சித்தார். ஓர் உயிரியலாளராக அவர் தவளையின் தசையைப் பற்றி அதிகம் சிந்தித்தார். தவளையின் தசையில் உருவான மின்சாரமே தசையின் துடிப்பிற்குக் காரணமாக இருக்க இயலும் என அவர் கருதினார்.

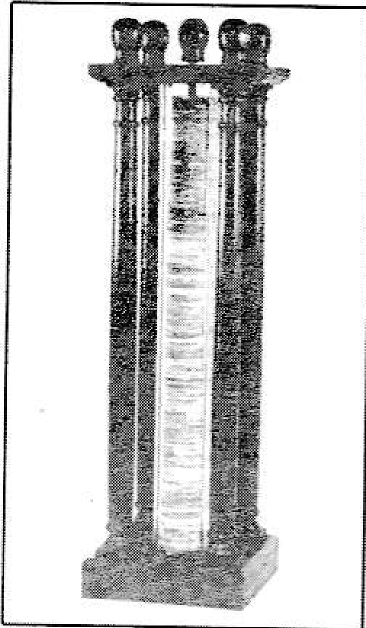


காலவானியின் சகநாட்டினரான
அலெக்சாண்டிரியோ வோல்டா
(1745-1827) வின் சிந்தனை இவ்வாறு இருந்தது.



ஈரப்பதமான சூழ்நிலையில் இரண்டு வெவ்வேறு உலோகங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று தொட்டுக் கொண்டிருந்ததன் மூலம் மின்சாரம் உருவாகியிருக்கலாம். அவ்வாறு உருவான மின்சாரத்தினைக் காட்டிய ஒரு பொருளாக மட்டுமே தவளையின் தசையானது இருந்திருக்க வேண்டும் எனக் கருதினார்.

வெள்ளி மற்றும் துத்தநாக தட்டுகளை அவற்றுக்கு இடையில் உப்பில் நனைக்கப்பட்ட துணியினை வைத்து ஒன்றன் மேல் ஒன்று அடுக்கி வோல்டா தனது பரிசோதனையினை மேற்கொண்டார். அவர் இவ்வமைப்பானது மின்சாரத்தினை உற்பத்தி செய்கிறது என்பதனையும், தட்டுகளின் எண்ணிக்கை மற்றும் சந்திகளின் எண்ணிக்கையினை அதிகரிக்கும்போது உருவாகக்கூடிய மின்சாரத்தின் அளவும் அதிகரிக்கிறது என்பதனைக் கண்டார்.

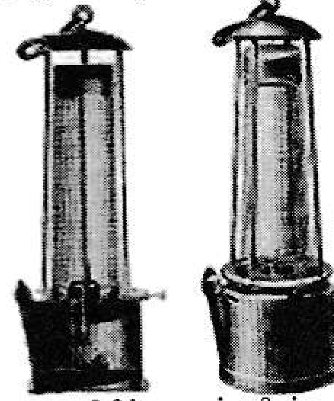

வோல்டாயிக் தட்டடுக்கு

வோல்டாயிக் தட்டடுக்கு

என்பது முதன்முதலில் உருவாக்கப்பட்ட உண்மையான மின்கலமாகும். இதிலிருந்து நம்மால் தொடர்ச்சியாக மின்சாரத்தினைப் பெற முடிந்தது. தட்டின் அளவையும், மாற்றி மாற்றி வைக்கப்பட்ட தட்டுகளின் எண்ணிக்கையையும் அதிகரிக்கும்போது, பெறப்படும் மின்சாரத்தின் அளவினையும் அதிகரிக்க முடிந்தது. வேதியியலாளர்கள் இந்த புதிய கருவியினை வேதிவினைகளை உருவாக்குவதற்காக உடனடியாக பயன்படுத்திக் கொள்ளத் தொடங்கினர்.

ஹம்ப்ரி டேவி (1778-1819) இலண்டனில் உள்ள ராயல் கல்வி நிறுவனத்தில் வேதியியல் பேராசிரியராக பணியாற்றினார். இவர் 250க்கும் மேற்பட்ட உலோகதட்டுகள் கொண்டு ஒரு மின்கலத்தினை உருவாக்கினார். **1807**ல் இம்மின்கலத்தில் இருந்து பெறப்பட்ட மின்னோட்டத்தினைக் கொண்டு அவர் மின்னாற்பகுத்தல் மூலம் அதிக வீரியமிக்க உலோகங்களான பொட்டாசியம் மற்றும் சோடியத்தினை அவற்றின் உப்புகளில் இருந்து பிரித்து எடுத்தார்.

டேவி பல முக்கியமான பங்களிப்புகளை அறிவியல் உலகிற்கு அளித்தார். அதில் டேவியின் பாதுகாப்பு விளக்கும் அடங்கும். அவ்விளக்கானது மீத்தேன் அதிகம் காணப்படும் சுரங்கங்களில் பணியாற்றும் சுரங்கத் தொழிலாளர்களின் பாதுகாப்புக்கெனப் பயன்படுத்தப்பட்டது. (மீத்தேன் மிக எளிதில் தீப்பற்றும் பொருளாகும்.)


டேவியின் பாதுகாப்பு விளக்கு

டேவி ராயல் கல்வி நிறுவனத்தில் பணியாற்றியபோது மைக்கல் பாரடேவை (1791-1867) அவரது உதவியாளராக நியமித்துக் கொண்டார். டேவிக்கும் ஒரு பத்திரிகையாளருக்கும் இடையே நிகழ்ந்த புகழ்பெற்ற உரையாடலானது





மைக்கல் பாரடேவின் தந்தை இரும்புக் கொல்லராகப் பணியாற்றினார். அவரால் பாரடேக்கு முறையான கல்வியினை வழங்க இயலவில்லை. பாரடே புத்தகம் பைண்ட் செய்யும் பணியினை மேற்கொண்டார். இப்பணியின் மூலம் அவருக்கு இரண்டு வாய்ப்புகள் கிடைத்தன. ஒன்று மிக அதிக எண்ணிக்கையில் பல்வேறு வகை புத்தகங்களைப் படிக்க இயன்றது. மற்றொன்று கருவிகளைத் துல்லியமாகவும் திறமையாகவும் கையாள கற்றுக்கொள்ள முடிந்தது. இவரது ஆழமான அறிவியல் ஆர்வத்தின் காரணமாக டேவியுடன் தொடர்பு ஏற்பட்டு அதன் மூலம் ஒரு விஞ்ஞானியாக உருவானார்.



1833.



மின்னாற்பகுத்தலானது வேதிச்சேர்மங்களை சிதைவுறச் செய்வதால், மின்சாரத்திற்கு கவர்ச்சி விசை உள்ளது என்று வேதியியலாளர்கள் கருதத் தொடங்கினர்.

பெர்சிலியஸ் ஒவ்வோர் அணுவும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் தேவைக்கு அதிகமான நேர் அல்லது எதிர் மின்னூட்டத்தினைக் கொண்டுள்ளது எனக் கருதினார். சேர்மங்கள் உருவாகும் போது இம்மின்னூட்டங்கள் நடுநிலையாக்கப்படுகின்றன. ஆனால் சேர்மமானது நடுநிலையாக விளங்க வேண்டும் என்ற அவசியமில்லை. இரண்டு அணுக்கள் இணைந்து சேர்மம் உருவாகும்போது அவற்றின் எண்ணிக்கையானது சமமாக இல்லாத நிலையில் அவை ஒன்றை ஒன்று முழுவதும் நடுநிலையாக்க இயலாது.

உதாரணமாக சல்பரானது ஆக்சிஜனைப் பொருத்து நேர்மின்தன்மை கொண்டுள்ளது. இவை இணைந்து சல்பர் ட்ரை ஆக்சைடு உருவாகும்போது மூன்று ஆக்சிஜன் உள்ளதால் அவற்றின் எதிர்மின்தன்மை அதிகமாகி சேர்மமானது எதிர் மின்தன்மையைப் பெறுகிறது. அதேபோன்று பொட்டாசியம் மற்றும் ஆக்சிஜன் இணைந்து K_2O உருவாகும் வினையில் அச்சேர்மம் நேர்மின்தன்மையை பெறுகிறது. இதன் காரணமாக சல்பர் ஆக்சைடு மற்றும் பொட்டாசியம் ஆக்சைடு இணைந்து பொட்டாசியம் சல்பேட் என்ற உப்பினை தருகின்றன.



இக்கொள்கையானது மின்னாற்பகுத்தல் நிகழ்விற்கு மிகச்சரியாகப் பொருந்தியது. உப்புகளை ஒன்றாகப் பிணைத்து வைத்திருக்கும் கவர்ச்சி விசைக்கான விளக்கத்தினையும் இக்கொள்கை அளித்தது. ஆனால் சோதனைகள் மூலம் பெறப்பட்ட சில ஆய்வு முடிவுகளுக்கு இக்கொள்கையானது மாறாக அமைந்தது. உதாரணமாக SO_3 மற்றும் K_2O சேர்மங்கள் எவ்விதமான மின்சுமையினையும் பெற்று இருக்கவில்லை. மேலும் ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் அல்லது நைட்ரஜன் போன்ற ஒத்த மின்சுமை பெற்ற அணுக்கள் ஒன்றோடொன்று இணைந்து இருப்பதற்கான அவகாட்ரோ கொள்கைக்கான விளக்கத்தினை அளிக்கவில்லை. கரிமவேதியியலில் மேலும் பல முன்னேற்றங்கள் ஏற்பட்டபோது அவற்றின் பல முடிவுகளை இக்கொள்கையினால் விளக்க இயலாதது இதன் வீழ்ச்சிக்கு மிக முக்கிய காரணமாகும்.

இக்கொள்கையானது பரவலாக ஏற்றுக்கொள்ளப்படாத போதிலும் அமிலங்கள், காரங்கள் மற்றும் உப்புகள் இவற்றுக்கிடையே நிகழும் இடைவினைகளை நன்றாக விளக்கியதோடு அல்லாமல், அயனிச் சேர்மங்களின் பண்புகளை விளக்குவதற்கு இக்கொள்கை இன்றளவிலும் ஒரு பகுதியாக விளங்கி வருகிறது.

இக்காலகட்டத்தில் வேதியியலானது முதன்முறையாக முழுவதும் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டு ஒரு தொழில்சார்ந்த அங்கீகாரத்தினைப் பெற்றது. வேதியியல் பேராசிரியர்கள் பரவலாக கல்லூரிகளில் பணி அமர்த்தப்பட்டனர். இதற்கு முன்பாக வேதியியல் ஆய்வில் ஈடுபட்டவர்கள் மருந்தாளர்களாகவோ அல்லது மருத்துவராகவோ மட்டுமே பணிபுரிந்து வந்தனர்.



உலகளாவிய அறிவியல் மாற்றங்களும், கருத்துப் பரிமாற்றங்களும் வேதியியலின் வளர்ச்சிக்குப் பெரிதும் உதவின. இதற்கு மிகச்சிறந்த உதாரணம் 1813 ஆம் ஆண்டு டேவி பிரான்சு நாட்டின் வேதியியல் ஆய்வுக்கூடங்களுக்கு பிரெஞ்ச் வேதியியலாளர்களின் விருந்தினராக சென்றுவந்தார். இக்காலகட்டத்தில்தான் இங்கிலாந்து மற்றும் பிரான்சு நாடுகளுக்கு இடையே நடைபெற்ற நெப்போலிய போரானது நடைபெற்றுக் கொண்டிருந்தது.



கரிம வேதியியலில்

ஏற்பட்ட வளர்ச்சியினை இனி நாம் காணலாம்.

ஹலோ! நாங்க **கரிம வேதியியல் குடும்பத்தினை சேர்ந்தவர்கள்.** நாங்க **ஹாலஜன் குடும்பத்துடன்** பெரிய அளவிலான கரிம வேதியியல் தொடர்பினை கொண்டுள்ளோம்!



உயிருள்ள பொருள்களில் இருந்து பெறப்படும் கரிமச்சேர்மங்கள் சிறப்புமிக்க மாயவிசையின் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுவதாகக் கருதப்பட்டது. இம்மாயவிசையானது அந்தந்த உயிர்களினால் அப்பொருள்களில் செலுத்தப்பட்டு அவற்றுக்கு தனித்துவமான பண்பினைக் கொடுக்கிறது எனக் கருதப்பட்டது. பெர்சிலியஸ் மற்றும் பிற பெரும்பான்மையான அறிவியல் அறிஞர்களால் உண்மை எனக் கருதப்பட்ட இக்கருத்தானது 1828 ல் ஜெர்மன் வேதியியலாளர் **பெர்ட்ரிச் ஹோலர்** [1800-1882] **செயற்கையாக யூரியாவினை** தயாரித்துக் காட்டியபோது கேள்விக்குள்ளானது. விலங்குகளின் உடலில் இருந்தே யூரியா பெறப்பட இயலும் என்ற கருத்தானது. ஹோலர் யூரியாவை நீர்மக்கரைசலான அம்மோனியம் சயனேட் என்ற கனிம உப்பிலிருந்து தயாரித்தபோது மாற்றத்திற்கு உள்ளானது.

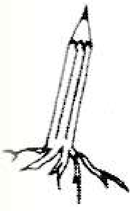


$$NH_4CNO \text{ (அம்மோனியம் சயனேட்) } \longrightarrow CO(NH_2)_2 \text{ (யூரியா)}$$

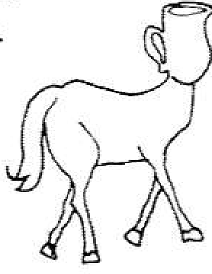


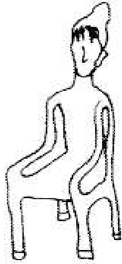


ஹோலர் மாயவிசைக் கொள்கையை மறுத்தார். அவரது ஆய்வுகளுக்கு உறுதுணையாக இருந்த பெர்சிலியஸ்–க்கு அவர் எழுதிய கடிதத்தில் "நான் மனிதன் அல்லது நாய் போன்ற விலங்குகளின் சிறுநீரகம் இல்லாமலேயே யூரியாவைத் தயாரித்துவிட்டேன் என்பதனைக் கண்டிப்பாக உன்னிடம் கூற வேண்டும்" என எழுதியுள்ளார்.









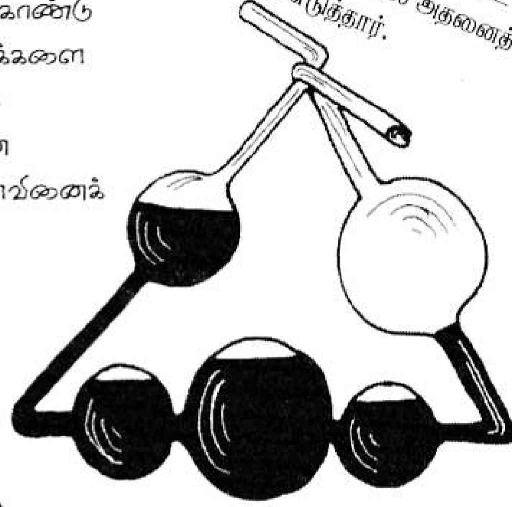
இக்கண்டுபிடிப்பு ஒரு மிகப்பெரிய முன்னேற்றமாகும். மேலும் அதிக அளவிலான சேர்மங்கள் செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்பட்டபோது உயிரற்ற பொருள்களின் மூலக்கூறுகளைக் கட்டுப்படுத்தும் விதிகளே கரிம வேதியியல் மற்றும் உயிரியல் செயற்பாடுகளையும் கட்டுப்படுத்துகின்றன என்பது தெளிவாகியது.



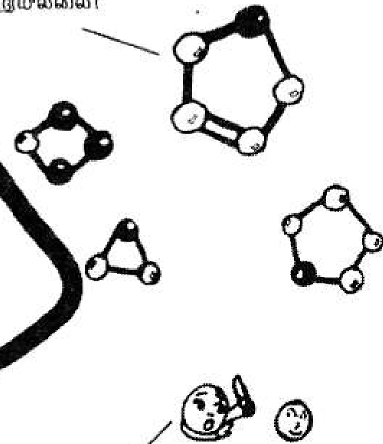
உயிரற்ற பொருள்களான நிலக்கரி, தார் மற்றும் பெட்ரோலியம் போன்ற பொருள்களில் இருந்து கரிமப்பொருள்கள் தயாரிப்பதற்கான பேரார்வம் அதிகரித்தது. இது 1800களின் பிற்பகுதியில் ஜெர்மனியின் ஆய்வு மற்றும் தொழில்ரீதியிலான கரிமவேதியியலில் மிகப்பெரும் வளர்ச்சியினை ஏற்படுத்தியது.

ஜஸ்டஸ் லிபிக் (1803 –1873) கரிம வேதியியல் பகுப்பாய்வில் மிகப்பெரிய பங்களிப்பு அளித்துள்ளார். ஒரு மூலக்கூறில் உள்ள ஒவ்வொரு விதமான அணுக்களின் அளவினையும் கண்டறிவதற்கான முறையைக் கண்டறிந்தார். குறிப்பிட்ட எடைகொண்ட பகுப்பாய்வு செய்யப்பட வேண்டிய கரிமசேர்மத்தினை எரியூட்டி, அதிலிருந்து விடுபட்ட வாயுக்களை (முக்கியமாக கார்பன் டை ஆக்சைடு மற்றும் நீர்) தகுந்த வேதிப்பொருள்களைக் கொண்டு உட்கிரகிக்க வைத்தார். இவ்வாறு வாயுக்களை உட்கிரகிக்கச் செய்யும்போது அதிகரித்த எடையிலிருந்து கார்பன், ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்சிஜன் ஆகியவற்றின் அளவினைக் கண்டறிந்தார்.

லிபிக் கார்பன் டை ஆக்சைடை சேர்மங்களில் இருந்து தனியாகப் பிரிக்க மிக நீண்ட முயற்சியில் ஈடுபட்டிருந்தார். முடிவில் காஸ்டிக் பொட்டாஷ் நிரப்பப்பட்ட இக்கருவியின் உதவியால் அதனைத் தனியே பிரித்து எடுத்தார்.



ஒரு குழுவாகச் செயல்படும் அணுக்களின் தொகுதியாகிய **வினைபடு தொகுதி** என்னும் கருத்தானது கரிம வேதியியலின் ஒரு முக்கிய கருத்தாக உருவானது. இவ்வணுக்களின் தொகுதி **ரேடிக்கல்கள்** என இக்காலகட்டத்தில் அழைக்கப்பட்டது. சேர்மங்களுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட பண்பினை ரேடிக்கல்கள் அளிக்கின்றன என வேதியியலாளர்கள் கண்டறிந்தனர். ஹைட்ரோ கார்பன்கள் அல்லது அடிப்படை ரேடிக்கல்கள் மற்றும் அமிலங்கள். ஆல்கஹால்கள் சேர்மங்கள் எனப் பலவாக வகைப்படுத்தப்பட்டன.



இந்த ரேடிக்கல்கள் எப்போதும் குழுக்களாகவே காணப்படுகின்றன. ஏதோ! உலகத்தையே மாற்றிவிடுவது போல...

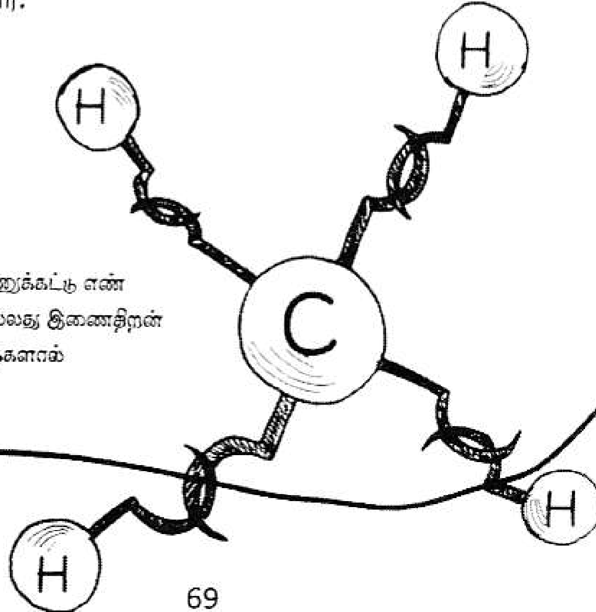
1837 ல் **J.B.A. டியூமஸ்** (1800-1884) மற்றும் **ஜஸ்டஸ் லீபெக்** ஆகியோர், "கரிமவேதியியலில் ரேடிக்கல்கள் என்பவை அவற்றில் அடங்கியுள்ள வினைபடுதொகுதிகள் ஆகும். கனிமவேதியியலில் ரேடிக்கல்கள் என்பவை எளிமையான தனிமங்களாகவும், கரிமவேதியியலில் சேர்மங்களாகவும் காணப்படுகின்றன. இதுமட்டுமே இரண்டிற்கும் உள்ள வேறுபாடாகும். இதனைத்தவிர அவற்றின் சேர்க்கைவிதிகள் மற்றும் வினைபடுவதற்கான விதிகள் ஆகியவை ஒன்றேயாகும்" என்றனர்.

1850 களில் பல வேதியியலாளர்களின் முயற்சியின் காரணமாக **மூலக்கூறு அமைப்பு** எனும் கருத்தாக்கம் வளர்ந்து அதன் உச்சநிலையை அடைந்தது.

1852 ஆம் ஆண்டு **எட்வர்ட் பிராங்லாண்ட்** (1825-1899) நைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ் மற்றும் ஆர்சனிக் போன்ற தனிமங்களின் அணுக்கள் எப்போதும் மூன்று அல்லது ஐந்து கரிம ரேடிக்கல்களுடன் இணைகிறது எனவும் துத்தநாகம் பாதரசம் மற்றும் ஆக்சிஜன் ஆகியவை இரண்டு கரிம ரேடிக்கல்களுடன் இணைகிறது எனவும் கண்டறிந்தார்.

பிராங்லாண்ட், "கலர்ந்து இழுக்கக்கூடிய தனிமத்தின் பிணைப்பு சக்தியானது எப்போதும் அதனுடன் இணையும் அதே எண்ணிக்கையிலான அணுக்களால் நிறைவு செய்யப்படுகிறது. அணுக்களின் தன்மையானது எத்தகையது என்பதனை அது சார்ந்து இருக்கவில்லை. ஒவ்வோர் அணுவும் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலான கொக்கிகளின் மூலம் அவை குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலான அணுக்கள் அல்லது ரேடிக்கல்களுடன் இணைவது போல் உள்ளது" என்றார்.

* பிணைப்பு சக்தி என்பது அணுக்கட்டு எண் அல்லது கவர்ச்சி அலகுகள் அல்லது இணைதிறன் போன்ற வெவ்வேறு வார்த்தைகளால் குறிக்கப்படுகின்றது.

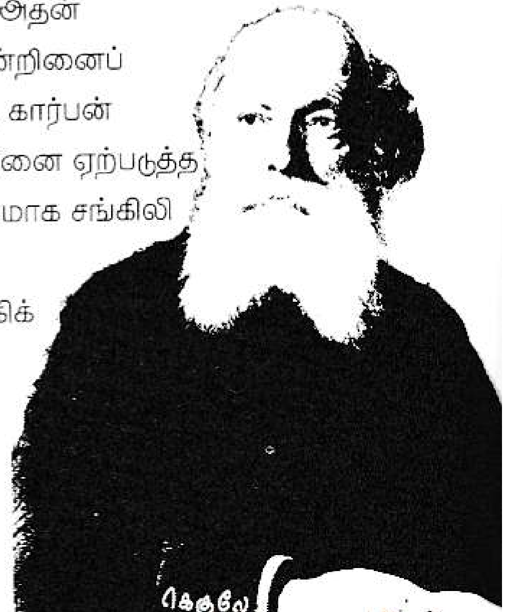


ரேடிக்கல்களின் உள்ளமைப்பானது தற்போது ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டது. ஜெர்மனியின் **பிரட்ரிச் ஆகஸ்ட் கீக்குல்** (1829-1896) மற்றும் பாரீஸ் நகரைச் சேர்ந்த **ஆர்ச்சிபால்ட் ஸ்காட் கூப்பர்** இருவரும் தனித்தனியாக ஏறத்தாழ ஒரே சமயத்தில் கோட்பாட்டு கரிம வேதியியலின் அடிப்படைக் கருத்தாக விளங்குகின்ற **கட்டமைப்பு வாய்ப்பாடு**களை உருவாக்குவதற்கான பணியில் ஈடுபட்டனர்.



1858.

கார்பன் நான்கு இணைதிறன் கொண்ட சேர்மமாகும். இது ஹைட்ரஜன் போன்ற ஓரணு தனிமங்கள் எனில் நான்கு அணுக்களுடனும், ஆக்சிஜன் போன்று ஈரணு தனிமங்கள் எனில் இரண்டு அணுக்களுடனும் பிணைப்பினை ஏற்படுத்திக் கொள்ளக்கூடியது. கார்பன் அணுவினால் அதன் இணைதிறன்களில் ஒன்றினைப் பயன்படுத்தி மற்றொரு கார்பன் அணுவுடன் பிணைப்பினை ஏற்படுத்த இயலும். இதன் காரணமாக சங்கிலி போன்ற அமைப்பை கார்பனால் உருவாக்கிக் கொள்ள முடிகிறது.



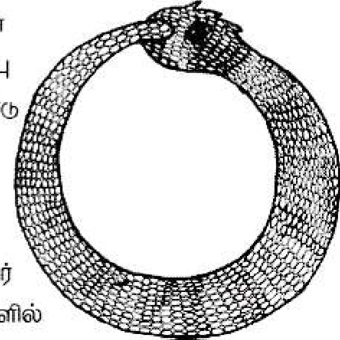
கரிமச் சேர்மங்களை வரைபடங்களாகக் குறிப்பிட இயலும்.

கெகுலேவின் அமைப்புகள்		நவீன அமைப்புகள்
	புரோப்பைல் ஆல்கஹால்	
	அசிட்டோன்	
	பென்சீன்	
	குளோரோ பென்சீன்	
	டை குளோரோ பென்சீன்	

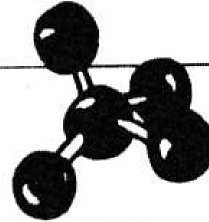
கெகுலேவின் படங்கள் உண்மையான கரிமச்சேர்மங்களின் அமைப்பினை நாம் காட்சிப்படுத்திப் பார்ப்பதற்கு எளிமையானதாக இல்லை. கூப்பர் கெகுலே போன்று கரிமச்சேர்மங்களின் அமைப்பினை விளக்குவதற்கான கொள்கையை உருவாக்கினார். ஆனால் அவர் அணுக்களுக்கு இடையேயான தொடர்பினைக் கோடுகள் மூலம் விளக்கி நவீன கட்டமைப்பு வாய்ப்பாடுகளை அளித்தார்.

அநேக சேர்மங்களின் அமைப்புகள் புரிந்துக்கொள்ளக்கூடியதாக இருந்தன. ஆனால் நறுமண சேர்மங்கள் என்று அழைக்கப்படக்கூடிய பென்சீன் போன்றவற்றின் அமைப்பானது மர்மமாகவே நீடித்து வந்தது.

1865 கெகுலே பென்சீனின் அமைப்பினைப் பற்றித் தீவிரமாக ஆராய்ந்து வந்தார். இவர் பென்சீனின் அமைப்பினைப் பற்றி அறிந்து கொண்டதற்கான ஒரு கதை இவ்வாறு கூறப்படுகிறது. ஒருநாள் அவர் கனவில் பாம்பு ஒன்று தனது வாலினைத் தானே வாயில் வைத்து கடித்துக்கொண்டு வட்டம் போன்ற அமைப்பினை உருவாக்குவதைக் கண்டார். இந்த அமைப்பின் மூலம் கவரப்பட்ட அவர் கார்பனின் சங்கிலித் தொடரினை வளைத்து, மீண்டும் அதனுடன் இணைத்து ஒரு வளையமாகப் படம் ஒன்றினை உருவாக்கினார். இதன்மூலம் அவர் பென்சீனின் அமைப்பினைக் கண்டறிந்தார். இவர் கரிமச்சேர்மங்களில் கார்பனின் அமைப்பினைக் காட்சிப்படுத்திப் பார்ப்பதில் குறிப்பிடத்தக்க திறனைப் பெற்றிருந்தார். இத்திறனானது ஒருவேளை அவர் ஆரம்ப காலங்களில் கட்டிடக்கலையில் பெற்று இருந்த பயிற்சியின் மூலம் கிடைக்கப்பெற்று இருக்கலாம்.

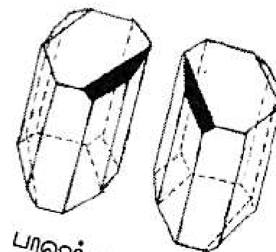


கார்பனின் மூலக்கூறு கட்டமைப்பானது **ஜேக்கபஸ் ஹென்ரிகஸ் வான்டி ஹாப்** (1852–1911) மற்றும் **ஜே.ஏ.ல் பெல்** (1847–1930) ஆகியோரால் மேலும் விரிவாக விளக்கப்பட்டது. அவர்கள் கார்பனின் இணைதிறன் பிணைப்புகளை இரு பரிமாணத் தளத்தில் மட்டுமல்லாது முப்பரிமாணத் தளத்திலும் சீரானதாக அமையும்படி உருவகப்படுத்தினர். ஒரு நான்முகியின் மையத்தில் அமைந்துள்ள கார்பன் அணுவானது அதன் பிணைப்புகளை நான்முகியின் நான்கு மூலைகளை நோக்கி கொண்டுள்ளது என இதன்மூலம் அறிந்து கொள்ளப்பட்டது.





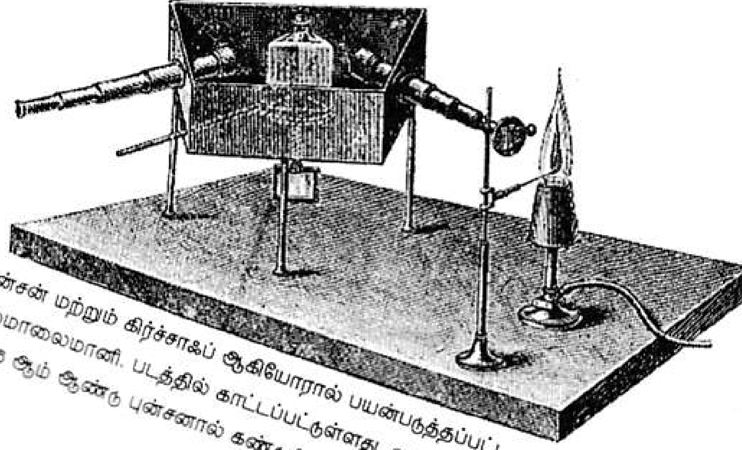
1848 ஆம் ஆண்டு **லூயிஸ் பாஷர்** (1822–1895) இதனை அடிப்படையாக கொண்டு **ஸ்டீரியோஐசோமெரிசம்** என்னும் பண்பினை விளக்கினார். இரண்டு சேர்மங்கள் ஒரே விதமான அணுக்களையும் அணு பிணைப்புகளையும் கொண்டிருக்கும். ஆனால் அவற்றின் அணுக்கள் முப்பரிணாம அமைப்பில் வெவ்வேறு திசை ஒழுங்கமைவினைக் கொண்டிருக்கும். பாஷர், திண்ம சோடியம் அம்மோனியம் டார்ட்ரேட் என்பது இரண்டு வகையான படிகங்களைக் கொண்டுள்ளது என்பதனைக் கண்டறிந்தார். அதனை அவர் மிகக் கவனமாக ஒரு சாமணம் கொண்டு இரண்டாகப் பிரித்து எடுத்தார். இந்த இரண்டு படிகங்களின் கரைசல்களை தனித்தனியாக எடுத்துக்கொண்டு அவற்றின் வழியாக சமதள–தளவிளைவுற்ற ஒளியினை செலுத்தும்போது அக்கரைசல்கள் இவ்வொளியை மிகச் சரியாக எதிரெதிர் திசைகளில் சுழற்றுகின்றன என்பதனைக் கண்டறிந்தார்.



பாஷர் படிகங்கள்

19 ஆம் நூற்றாண்டில் பல புதிய தனிமங்கள் கண்டறியப்பட்டன. நிறமாலையியல் பகுப்பாய்வின் அறிமுகமானது இக்கண்டுபிடிப்புகளுக்கு வழிவகுத்தது.

சோடியம் மற்றும் பொட்டாசியத்தின் உப்புகள் அவற்றுக்கே உரிய தனிச்சிறப்புமிக்க சுடர்களை வெளியிடுவதை அறிவியல் அறிஞர்கள் கண்டுணர்ந்தனர். **ராபர்ட் புன்சன்** (1811-1899) மற்றும் **குஸ்டாவ் ராபர்ட் கிர்ச்சாஃப்** (1824-1887) ஆகியோர் 1859 ஆம் ஆண்டு தனிமங்களை வெப்பப்படுத்தும்போது அவற்றில் இருந்து உமிழப்படும் ஒளியினை ஆராய்வதற்காக **நிறமாலைமானி** என்ற புதிய கருவியினை உருவாக்கினர். இந்நிறமாலைமானி மூலம், உமிழப்படும் ஒளியின் வெவ்வேறு அதிர்வெண்களை படமாக்க முடிந்தது.



புன்சன் மற்றும் கிர்ச்சாஃப் ஆகியோரால் பயன்படுத்தப்பட்ட நிறமாலைமானி. படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. வாயு விளக்கானது 1856 ஆம் ஆண்டு புன்சனால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

λ (nm) 400 500 600 700

ஹைட்ரஜன்

பாதரசம்

நியான்

சில தனிமங்களின் அணு வெளியிடு நிறமாலை.
ஒவ்வொரு தனிமமும் மற்றவற்றிலிருந்து வேறுபட்ட வரிகளைக் கொண்டுள்ளதை படத்தில் கவனியுங்கள்.

ஒவ்வொரு தனிமமும் அவற்றின் சிறப்பியல்புகளுக்கு உரிய அதிர்வெண்களைக் கொண்ட ஒளியினை அல்லது நிறமாலை வரிகளை உமிழ்கின்றன. அவற்றுடன் இணைந்த பிற தனிமங்களின் இருப்பானது இவ்வரிகளைப் பாதிப்பதில்லை.



புன்சன்

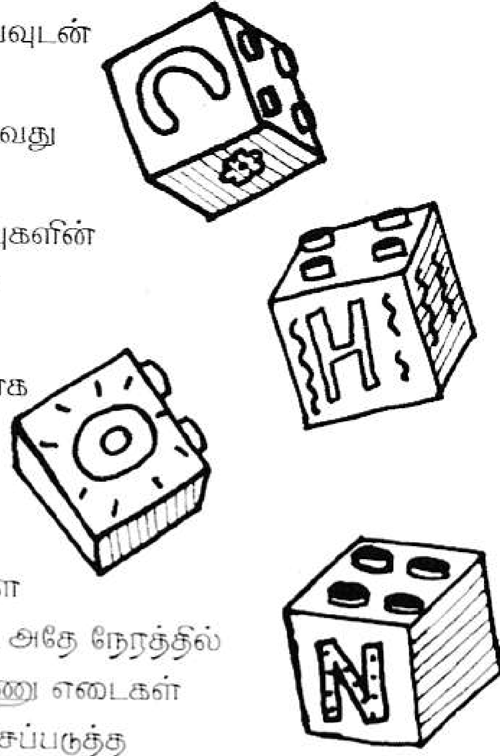


கிர்ச்சாஃப்

மிகச்சிறிய அளவு தனிமமும் அதன் சிறப்பியல்பு நிறமாலை அல்லது நிறமாலை வரிகளைக் கொடுக்க போதுமானதாகும். நிறமாலையில் இதுவரை நாம் பார்த்திராத வரிகள் தென்படுமானால் அவை கண்டிப்பாக நாம் அறிந்திராத புதிய தனிமத்தினை சேர்ந்ததாகத்தான் இருக்கவேண்டும்.

நிறமாலையியல் பகுப்பாய்வு என்பது முற்றிலும் நுட்பமான முறையாகும். இது பல தனிமங்களின் கண்டுபிடிப்பிற்கு வழிவகுத்தது. 1860 ல் கண்டறியப்பட்ட சீசியம் (இலத்தீன் மொழியில் சீசியஸ் என்பதன் பொருள் நீல வானம் என்பதாகும்) 1861 ல் கண்டறியப்பட்ட ருபிடியம் ஆகிய தனிமங்கள் நிறமாலையியல் பகுப்பாய்வு மூலம் ஆரம்ப கட்டங்களில் கண்டறியப்பட்ட தனிமங்கள் ஆகும். இவை முறையே அதன் நிறமாலையில் அழகான நீலம் மற்றும் சிகப்பு வரிகளை உமிழ்ந்ததினால் இப்பெயர்கள் வழங்கப்பட்டன.

அதிக அளவில் தனிமங்கள்
கண்டறியப்படத் தொடங்கியவுடன்
புதிய வழிமுறை ஒன்று
தோற்றுவிக்கப்பட்டது. அதாவது
தனிமங்கள் அவற்றுக்கு
இடையே உள்ள ஒத்த பண்புகளின்
அடிப்படையிலும் அவற்றின்
வினைபுரியும் பண்புகளின்
அடிப்படையிலும் குழுக்களாக
பிரிக்கப்பட்டன.
ஹாலஜன்கள் மற்றும்
அல்கலை உலோகங்கள்
இத்தகைய ஒத்த பண்புகளை
தெளிவாக வெளிப்படுத்தின. அதே நேரத்தில்
பெரிசிலியஸ் கண்டறிந்த அணு எடைகள்
தனிமங்களை பிரித்து வரிசைப்படுத்த
தேவையான எண் மதிப்புகளை வழங்கின.



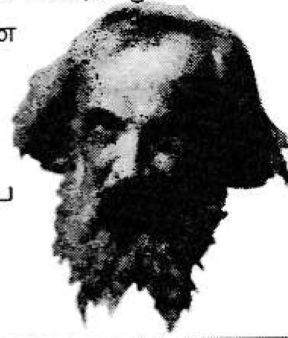
1869. ஜெர்மனியின் **லூதர் மேயர்** (1830-1935) மற்றும் ரஷ்யாவின் **டிமிட்ரி இவனோவிச் மெண்டலீப்** (1834-1907) இருவரும் **ஒரே காலகட்டத்தில் கண்டறிந்த ஒன்று:**


மேயர்

"நாம் தனிமங்களை
அவற்றின் அணு
எடையின் அடிப்படையில்
ஏறுவரிசையில்
ஒழுங்குபடுத்தினால்
அவற்றுக்கிடையே உள்ள
ஒத்த பண்புகள், இயற்பியல்
மற்றும் வேதியியல்
பண்புகளை எளிமையாக
கண்டுணர இயலும்."


மெண்டலீப்

மெண்டலீப் தனிமங்களை அணு எடையின் ஏறுவரிசையில வரிசைபபடுததுமபோது அவ்வரிசையில் பொருந்தக்கூடிய தனிமங்கள் அந்நாள் வரையிலும் கண்டுபிடிக்கப்படாத நிலை இருப்பின் அவற்றுக்கான இடங்களை காலி இடங்களாக விட்டுவைத்தார்.



இவ்வட்டவணையினைப் பயன்படுத்தி நிரப்பப்படாமல் உள்ள இடங்களில் பொருந்தக்கூடிய தனிமங்களின் இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் பண்புகளை முன்கூட்டியே கணிக்க முடிந்தது.

			Ti = 50	Zr = 90	? = 180
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4
			Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198
			Ni — Co = 59	Pd = 106,6	Os = 199
H = 1			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	J = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Th = 118?		

மெண்டலீபின் ஆரம்பகால தனிம வரிசை அட்டவணை, 1869

கேலியம், ஜெர்மானியம் மற்றும் ஸ்கேண்டியம் ஆகிய தனிமங்கள் மெண்டலீப் தனிம வரிசையினை உருவாக்கியபோது கண்டறியப்படவில்லை. ஆனால் அவர் அட்டவணையில் அவற்றுக்கான இடங்களை நிரப்பாமல் விட்டு வைத்தார். மேலும் அவற்றின் அணுநிறைகள் மற்றும் வேதிப்பண்புகளையும் முன்கூட்டியே கணித்து இருந்தார்.

கணிக்கப்பட்டது	**கண்டறியப்பட்டது**
Eka-அலுமினியம்	கேலியம்
அணு எடை ஏறத்தாழ 68	அணு எடை 69.9
உலோகத்தின் ஒப்படர்த்தி 5.9; குறைந்த உருகுநிலை; ஆவியாகாதது; காற்றால் பாதிக்கப்படாதது; உயர்ந்த வெப்பநிலையில் நீராவியை சிதைக்கக் கூடியது; அமிலம் மற்றும் காரங்களில் மெதுவாக கரையக்கூடியது; இதன் ஆக்சைடு வாய்பாடு Ea_2O_3; அமிலத்தில் கரைந்து EaX_3 என்ற உப்பினைத் தரக்கூடியது; இதன் ஹைட்ராக்சைடு அமிலம் மற்றும் காரங்களில் கரையக்கூடியது.	உலோகத்தின் ஒப்படர்த்தி 5.94; உருகுநிலை 30 டிகிரி செல்சியஸ்; அறை வெப்பநிலையில் ஆவியாகாதது; காற்றால் பாதிக்கப்படாதது; அமிலம் மற்றும் காரங்களில் மெதுவாக கரையக்கூடியது; இதன் ஆக்சைடு வாய்ப்பாடு Ga_2O_3; அமிலத்தில் கரைந்து GaX_3 அமைப்பினை கொண்ட உப்பினை தரக்கூடியது; இதன் ஹைட்ராக்சைடு அமிலம் மற்றும் காரங்களில் கரையக்கூடியது.

கேலியம் 1874 ல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டபோது மெண்டலீபின் கணிப்பு சரியானது எனக் கண்டறியப்பட்டது.

அதனைத் தொடர்ந்து பிற தனிமங்களும் அவற்றின் வேதியியல் பண்புகளும் கண்டறியப்பட்டு, அவை மெண்டலீபின் கணிப்புகளுடன் பொருந்தியுள்ளன என அறியப்பட்டது. இதன் காரணமாக, தனிமவரிசை அட்டவணையானது அனைவராலும் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது. இது கனிம வேதியியலின் வளர்ச்சிக்கு உதவியது.

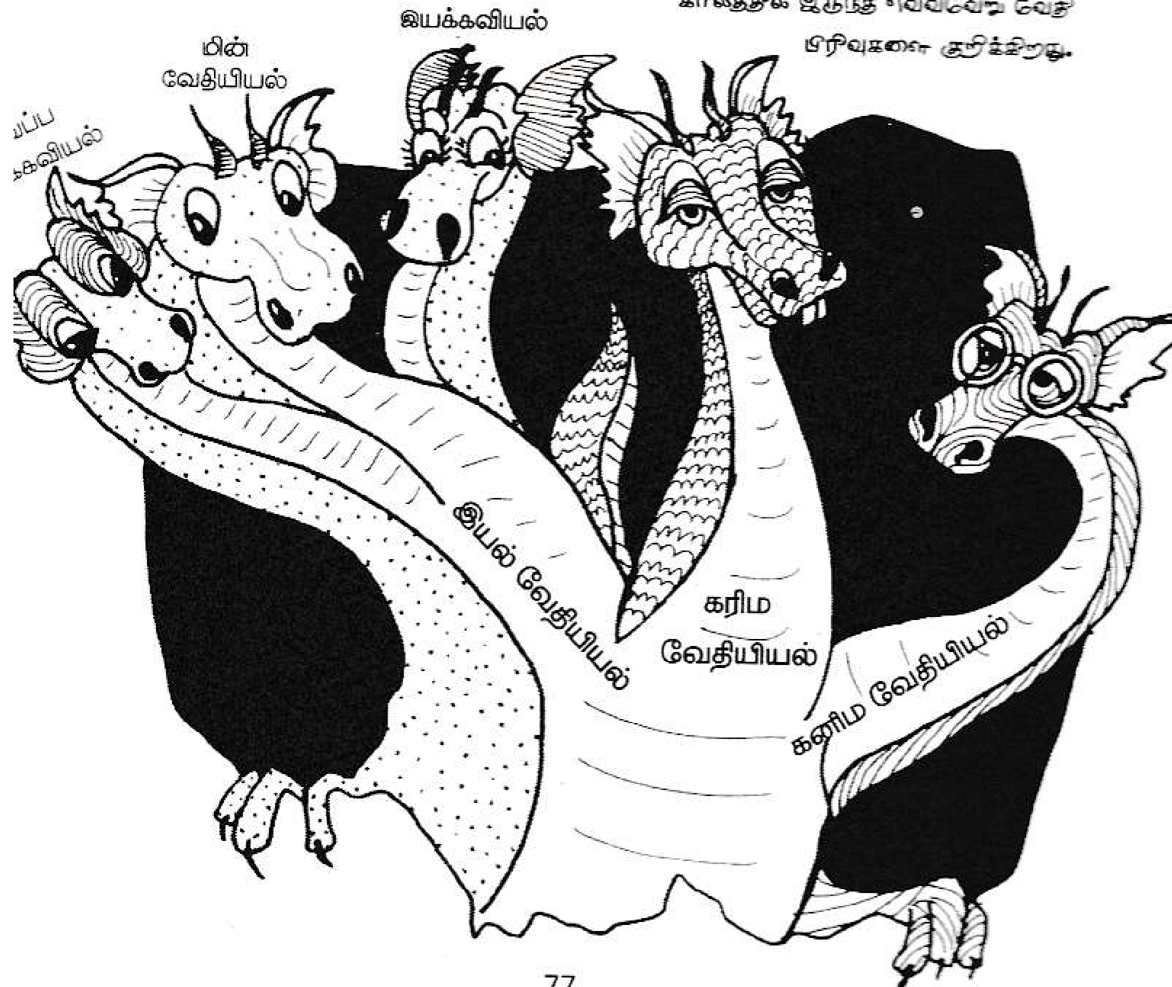
கனிம மற்றும் கரிம வேதியியலுக்கு இணையாக பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் இயல் வேதியியலும் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் வளர்ச்சி அடைந்தது. அதன் மூன்று குறிப்பிடத்தக்க துறைகள் வேதி இயக்கவியல், வெப்ப இயக்கவியல், மற்றும் மின்வேதியியல் ஆகும்.



கேலியம் 1874 ல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டபோது மெண்டலீபின் கணிப்பு சரியானது எனக் கண்டறியப்பட்டது.

அதனைத் தொடர்ந்து பிற தனிமங்களும் அவற்றின் வேதியியல் பண்புகளும் கண்டறியப்பட்டு, அவை மெண்டலீபின் கணிப்புகளுடன் பொருந்தியுள்ளன என அறியப்பட்டது. இதன் காரணமாக, தனிமவரிசை அட்டவணையானது அனைவராலும் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது. இது கனிம வேதியியலின் வளர்ச்சிக்கு உதவியது.

கனிம மற்றும் கரிம வேதியியலுக்கு இணையாக பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் இயல் வேதியியலும் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் வளர்ச்சி அடைந்தது. அதன் மூன்று குறிப்பிடத்தக்க துறைகள் வேதி இயக்கவியல், வெப்ப இயக்கவியல், மற்றும் மின்வேதியியல் ஆகும்.

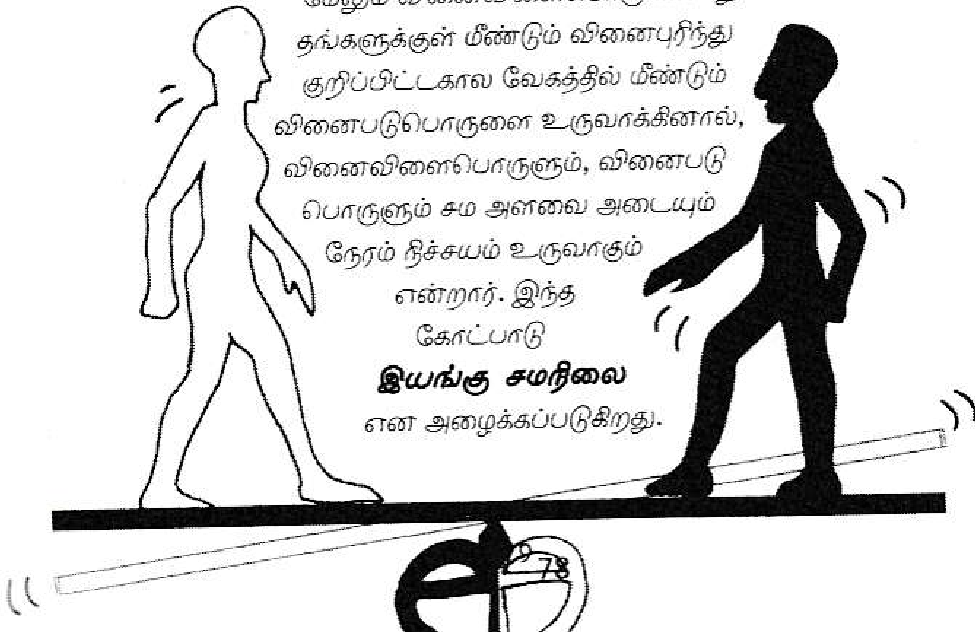


1850. லூட்விக் வில்ஹெல்ம் (1812-1864) கரும்புச் சர்க்கரையை அமிலங்களின் முன்னிலையில் நீராற்பகுத்தல் வினைக்கு உட்படுத்தினார். மேலும் ஒளியியல் சுழற்சியில் ஏற்படும் மாற்றத்தினைக் கொண்டு சர்க்கரையின் செறிவினைக் கண்டறிந்தார். அதனைக் கொண்டு **வேதியியல் வினைக்கான முதல் கணிதச் சமன்பாட்டினை உருவாக்கினார்.**

Z என்பது சர்க்கரையின் செறிவினையும், dZ என்பது dT கால இடைவெளியில் சர்க்கரையின் செறிவில் ஏற்படும் குறைவாகவும் கொண்டு வில்ஹெல்மி மேற்கூறிய வினைக்கான சமன்பாட்டினை

$$-dZ/dT = kZ$$

எனக் கூறினார். இங்கு k என்பது மாறிலி ஆகும். **இது ஒற்றை மூலக்கூறு வினைக்கான வீதம் ஆகும்.**



1877-ல் **வான்ட் ஹாப்** வேதிவினைக்கான படிநிலைகளை (ஒற்றைப் படி வினை, இரண்டாம் படிவினை...) வரையறை செய்து அவ்வினையில் பங்குபெறும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில் வேதிவினைகளை வகைப்படுத்தினார்.

ஸ்வான்டே அர்ஹீனியஸ் (1859–1927)



" ஒரு கலவையில் நடைபெறும் மூலக்கூறுகளின் மோதல்கள் அனைத்துமே வினைகளைத் துவக்கி வைப்பதில்லை. செயல்படும் மூலக்கூறுகளின் மோதல்கள் அதாவது தேவையான செயல்படுத்தும் ஆற்றலைக் கொண்டுள்ள மூலக்கூறுகளின் மோதல்கள், மட்டுமே வினையினை ஆரம்பிக்கின்றன."

~ எனக் கண்டறிந்தார்.

இக்கருத்துகளின் அடிப்படையில் , வேதிவினைகளின் வேகங்களைப் பற்றி ஆராயும் **வினை வேகவியல்** என்னும் பிரிவானது வேதியியலில் முக்கிய இடம் வகித்தது. இப்பிரிவானது வேதிவினைகளைப் பற்றி அறிந்துகொள்ள மிகவும் உறுதுணையாக அமைந்திருந்தது.



வினையூக்கிகள் பல இக்காலகட்டங்களில் பயன்படுத்தப்படத் தொடங்கி இருந்தாலும் அவற்றின் செயல்பாட்டிற்கான விளக்கம் **மர்மமாகவே** நீடித்து வந்தது. **வினையூக்கி விசை**யானது மூலக்கூறுகளின் ஆற்றல் நிலைகளை மாற்றுகின்றது என்ற ஊகமானது நிலவி வந்தது.

1894. வில்ஹெல்ம் ஆஸ்ட்வால் (1853-1932)

வினையூக்கிகளுக்கான நவீன பார்வையை வழங்கினார். இது வினை வேகவியலின் கொள்கைகளோடு தொடர்பானதாக விளங்குகிறது. வினையூக்கியானது வினைபடுபொருள் மற்றும் வினைவிளைபொருள் ஆகியவற்றின் ஆற்றலை மாற்றாமல் வினைநிகழும் வேகத்தினை அதிகரிக்கிறது. குறைந்த செயல்படும் ஆற்றல் நிலையில் வினை நிகழ்வதற்கான பாதையினை வினையூக்கி அமைத்துத் தருகிறது. எனவே அதிக அளவிலான மூலக்கூறு மோதல்கள் ஏற்பட்டு வினையின் வேகம் அதிகரிக்கிறது.

வினையூக்கியின் செயல்பாட்டினைப் புரிந்துகொள்வதற்காக நாம் ஒரு சூழ்நிலையினை உதாரணமாகப் பார்க்கலாம். நீங்கள் ஒரு பாலைவனத்தில் அமர்ந்து ஒரு துண்டு காகிதத்தில் எழுத முயற்சி செய்கிறீர்கள் எனக் கற்பனை செய்து கொள்ளுங்கள்.

நீங்கள் மண்ணின் மீது அந்த காகிதத்தினை வைத்து எழுதினால் உங்களால் மெதுவாகவே எழுத இயலும். மேலும் இது கடினமான செயலாகவும் இருக்கும்.



இதுவே நீங்கள் ஒரு அட்டையில் வைத்து எழுதினால் வேகமாக எழுத இயலும். நீங்கள் ஒரு காகிதத்தை எழுதி முடித்தபிறகு மற்றொரு காகிதத்தில் எழுதவும் அதே அட்டையினைப் பயன்படுத்த இயலும்.

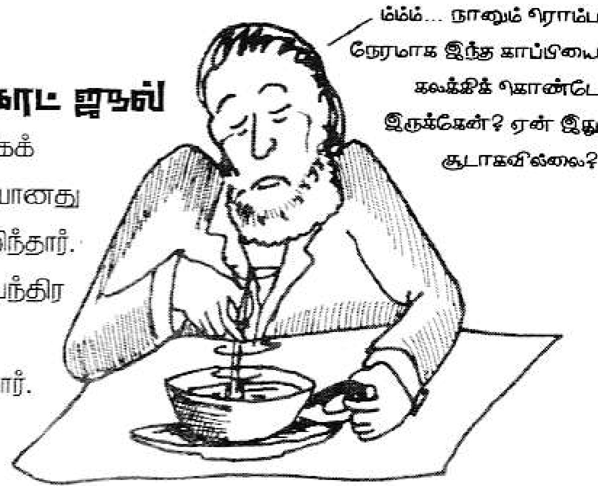


அட்டையானது தன்னை மாற்றிக் கொள்ளாமல் எப்படி எழுதும் வேகத்தினை அதிகரிக்கிறதோ அவ்வாறே வினையூக்கிகளின் செயல்பாடும் அமைகிறது.



1842. ஜெர்மன் மருத்துவரான **ராபர்ட் மேயர்** (1814–1887) குளிர் மண்டல உயிரினங்களோடு ஒப்பிடுகையில், வெப்ப மண்டல உயிரினங்களின் சிரையிலுள்ள இரத்தத்தின் நிறம் அடர் சிவப்பு நிறமாக இருப்பது அவரது கவனத்தை ஈர்த்தது. இதயத்திற்கு திரும்பும் இரத்தத்தில் அதிக ஆக்ஸிஜன் இருப்பதையே இந்த அடர் நிறம் குறிக்கிறது. இதிலிருந்து மேயர், வெப்ப மண்டலங்களில், உடலின் வெப்பநிலை சீராக்கத்திற்கு (குறைந்த அளவு ஆற்றலே தேவைப்படுவதால்) உடலானது ஆற்றலுக்காக சிறிதளவே எரிக்கச்செய்கிறது என்று உணர்ந்தார்.(ஏனெனில் குறைந்த ஆற்றலே தேவைப்படுகிறது). ருடால்ப் கால்சியஸ் பின்னாளில் நிருபித்த ஆற்றல் அழிவின்மை விதியினை நோக்கிய முதல் படி இதுவாகும்.

1845. ஜேம்ஸ் பிரஸ்காட் ஜூல் (1818–1889) திரவத்தினை வேகமாகக் கலக்கும்போது அதன் வெப்பநிலையானது அதிகரிக்கிறது என்பதனைக் கண்டறிந்தார். இதன் மூலம் வெப்ப ஆற்றலும், இயந்திர ஆற்றலும் ஒன்று மற்றொன்றுக்கு சமமாக மாற்றத்தக்கது என காட்டினார்.



ரூடால்ப் கிளாசியஸ் (1822–1888) இவர் 1865 ஆம் ஆண்டு புதிய வெப்ப இயக்க நிலை சார்பு ஒன்றிற்கு, **என்ட்ரோபி** என்னும் பெயரினை வழங்கினார். மேலும் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டு புகழ்பெற்ற விதிகளைக் கூறினார்.



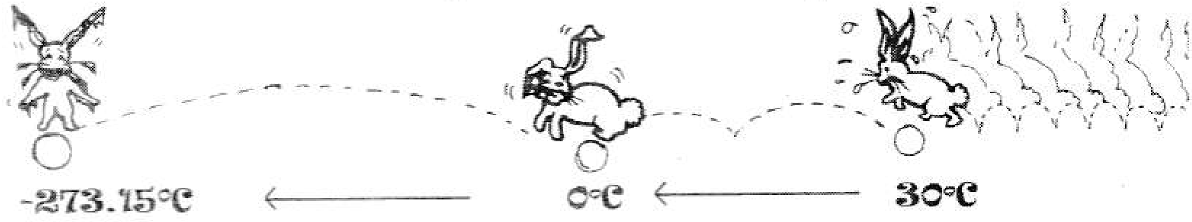
1. உலகின் மொத்த ஆற்றல் மாறாததாகும்.

2. என்ட்ரோபி (ஓர் அமைப்பின் ஒழுங்கின்மையினை அளக்கக்கூடியதாகும்) எப்போதும் தன்னிச்சையாக அதிகரிக்கவே முயலும்.

வெப்ப இயக்கவியலின் **மூன்றாவது விதி**யானது மிகத் தாமதமாக வெளி வந்தது.

1905 ஆம் ஆண்டு, **வால்தர் நெர்நஸ்ட்** (1864–1941) பொருள்களின் பண்புகளை மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையில் ஆய்வு செய்து மூன்றாவது விதியின் ஆரம்பகால வடிவத்தினைக் கூறினார்.

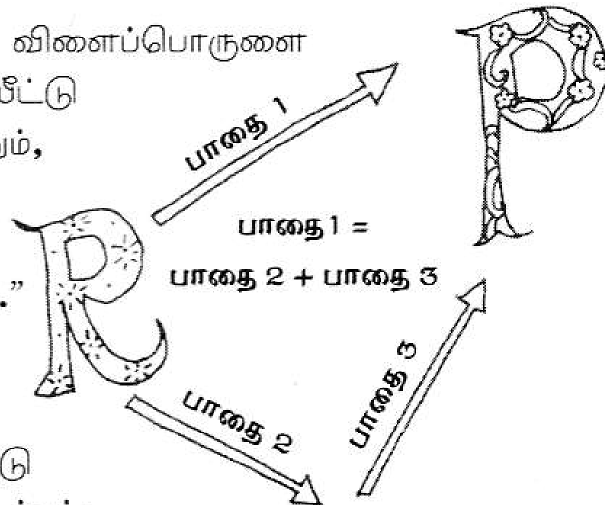
வெப்பநிலையானது, சுழி வெப்பநிலையை நெருங்கும்போது, ஒரு பொருளின் இயக்கவியல் நடவடிக்கைகள் மறையத் துவங்குகின்றன.



வெப்ப இயக்கவியலின் இத்தகைய வளர்ச்சியோடு அல்லாமல் வெப்ப வேதியியல் ஆய்வுகளும் வளர்ச்சி பெறத்தொடங்கின.

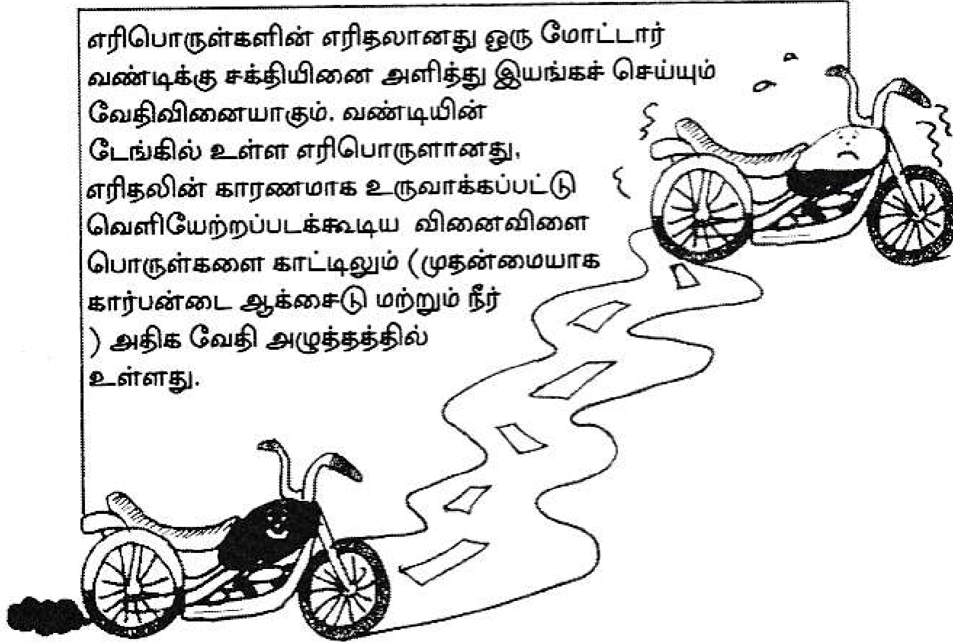
1840. ஜெர்மைன் ஹென்றி ஹெஸ் (1802–1850)

“ஒரு வேதிவினையில், இறுதி விளைப்பொருளை பெறுவதற்கு முன்பான இடையீட்டு படிநிலைகள் எத்தனையாயினும், உருவாகும் மொத்த வெப்பமானது ஒரே அளவானதாகவே இருக்கிறது.”



மொத்த வெப்ப மாறா விதியானது மேயரால் இரண்டு ஆண்டுகள் கழித்து வெளியிடப்பட்ட ஆற்றல் மாறா விதியின் ஒரு சிறப்பு வடிவமாகும்.

1878. அமெரிக்காவின் யேல் பகுதியைச் சேர்ந்த **ஜோசியா வில்லர்ட் கிப்ஸ்** (1839-1903) வேதி அழுத்தம் என்னும் கருத்தினை உருவாக்கினார். இந்த வேதி அழுத்தம் வினை நடைபெறும் திசையை தீர்மானிக்கிறது. வேதி அழுத்தம் என்பது மின் அழுத்தம் போன்றதாகும். எவ்வாறு மின்னோட்டமானது மின்னழுத்தம் அதிகம் உள்ள பகுதியில் இருந்து மின்னழுத்தம் குறைவாக உள்ள பகுதிக்குச் செல்கிறதோ அவ்வாறே வினை நடைபெறும்போது பருப்பொருள்கள் அதிக வேதி அழுத்தம் உள்ள பகுதியிலிருந்து குறைந்த வேதி அழுத்தம் உள்ள பகுதிக்குச் செல்கின்றன.



கிப்ஸ் கட்ட விதியினை அறிமுகப்படுத்தினார். இதன்படி ஒரு அமைப்பில் உள்ள கூறுகளின் எண்ணிக்கை (C) மற்றும் அவற்றின் நிலைகளின் எண்ணிக்கைக்கும்(P- திண்மம், திரவம், வாயு போன்றவை) அந்த அமைப்பின் சுதந்திரப் படிகளின் எண்ணிக்கைக்கும் (F- ஒன்றையொன்று சாராத மாறிகள், உதாராணமாக வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தம் போன்றவை) உள்ள தொடர்பு

$$F=C+2-P$$

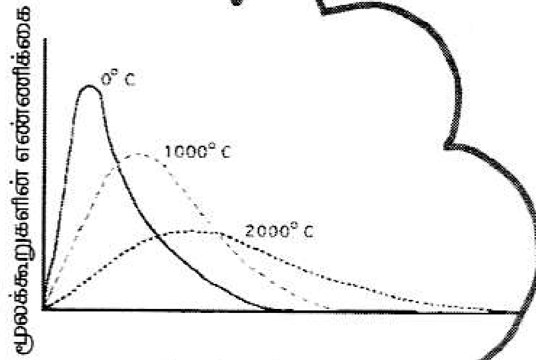
ஆஸ்டிரியாவைச் சேர்ந்த **லுட்விக் போல்ட்ஸ்மேன்** [1844-1906] **புள்ளியியல் வெப்ப இயக்கவியல்** துறையில் தனது முன்னோடி பங்களிப்பினை அளித்தார். இது சராசரி மூலக்கூறு பண்புகளை வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகளுடன் இணைத்தது. மேலும் வெப்ப இயக்கவியலை மூலக்கூறு நிலையில் விவரித்தது.



எனக்கு இது எப்படி வேலை செய்கிறது என்பது புரிகிறது... சாதம் வெந்து விட்டதா என்பதனை அறிய நான் பானையில் கீழ்ப்பகுதியில் இருந்து ஒரு பருக்கையினையும் மேல்பகுதியில் இருந்து ஒரு பருக்கையினையும் பார்த்தால் போதுமானது. இரண்டு பகுதிகளிலும் வெந்து இருந்தால், சாதம் முழுமையும் வெந்துவிட்டது என உறுதியாகக் கூறலாம்.



புள்ளியியல் வெப்பஇயக்கவியலில் இருந்து வாயுக்களின் வெப்ப இயக்கவியல் விதிகள் பல உருவாக்கப்பட்டன. வாயு மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தினை விளக்க ஸ்காட்லாந்து இயற்பியலாளர் **ஜேம்ஸ் கிளார்க் மேக்ஸ்வெல்** (1831–1879) நிகழ்தகவு முறைகளைப் பயன்படுத்தினார். இவர் போல்ட்ஸ்மேனுடன் இணைந்து



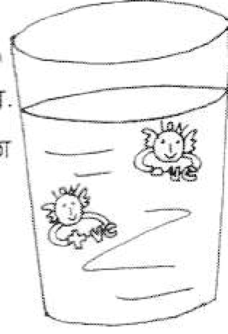
வாயு மூலக்கூறுகளின் திசைவேகங்களை விளக்கக்கூடிய மேக்ஸ்வெல் போல்ட்ஸ்மேன் பகிர்மான விதியை உருவாக்கினார். இதன்படி வாயுவின் நிகழ்தகவுப் பரவலானது வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது அதன் சராரசரியிலும், பரவல் அளவிலும் அதிகரிக்கும்.

1877. போல்ட்ஸ்மேன் தனது புள்ளியியல் வெப்ப இயக்கவியலின் புகழ்பெற்ற சமன்பாட்டினை வெளியிட்டார்

$$S = K_B \ln W,$$

S என்பது என்ட்ரோபி, K_B என்பது மாறிலி, W என்பது அமைப்பின் ஒழுங்கின்மையினை அளக்கக்கூடிய அளவாகும். **இச்சமன்பாடு வெப்ப இயக்கவியல் அளவான என்ட்ரோபி மற்றும் புள்ளியியல் அளவான W ஆகியவற்றுக்கு இடையே உள்ள தொடர்பினை தருகிறது.** புள்ளியியல் வெப்ப இயக்கவியலானது பருப்பொருளின் அணுக்கருப் பண்பானது பொதுவாக ஏற்றுக்கொள்ளப்படாத காலத்தில் உருவாக்கப்பட்டது. எனவே ஆரம்பத்தில் போல்ட்ஸ்மேன் கொள்கையானது வரவேற்பினைப் பெற்றிருக்கவில்லை.

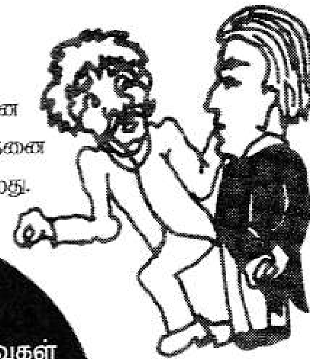
அர்ஹீனியஸ் ஸ்வீடனின் உப்சலா பல்கலைக்கழகத்தில் 1880 களின் ஆரம்பத்தில் தனது ஆராய்ச்சிப் படிப்பினை மேற்கொண்டிருந்தார். அப்போது கரைசல்களின் மின்கடத்துத் திறனுக்கான அடிப்படைக் காரணங்களைக் கண்டறிந்தார். சில சேர்மங்கள் - மின்பகுளிகள் (உதாரணமாக உப்புகள்) - நீரில் கரைக்கப்படும்போது அவற்றின் ஒரு பகுதி நேர் மற்றும் எதிர்மின் அயனிகளாகப் பிரிகின்றன. இந்த அயனிகள் கரைசல்களின் வழியாக மின்சாரத்தினை கடத்துகின்றன.



இல்லை ...
எதிரெதிர் மின்னூட்டம் பெற்ற அயனிகள் ஒரு கரைசலில் தனித்தனியாக இருக்க வாய்ப்பில்லை. அர்ஹீனியஸுக்கு டாக்டரேட் பட்டம் அளிக்க இயலாது.



அவர் கூறுவதும் சரியாக இருக்கலாம். நாம் எதனை உற்றுநோக்குகிறமோ அதனை இக்கொள்கை விளக்குகிறது.



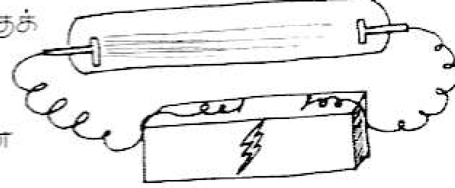
1903 ஆம் ஆண்டு அவரது ஆய்வு முடிவுகள் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டு மின்னாற்பகுத்தல் கண்டுப்பிடிப்பிற்கான நோபல் பரிசு அவருக்கு வழங்கப்பட்டது.

19 ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதிகளில் வேதியியலானது மிகப்பெரும் வளர்ச்சியினை அடைந்தது. இருந்தபோதிலும் மூலக்கூறுகளைப்பிணைத்து வைத்திருக்கும் விசைகளின் பண்பிணைப் பற்றிய கேள்வியானது பதில் இல்லாமலேயே நீடித்து வந்தது. இக்கேள்விக்குப் பதிலாக மிகப்பெரும் அறிவியல் கருத்துகளின் புரட்சியாக

குவாண்டம் இயந்திரவியல்

என்னும் கொள்கையானது உருவானது. இக்கொள்கையினைப் பற்றி அறியும் முன்னர் நாம் சோதனைகள் மூலம் பெற்ற சில முடிவுகளைக் காண்போம்.

1874. ஆம் ஆண்டு **வில்லியம் குரூக்ஸ்** (1832-1919) கேதோடு கதிர் குழாய் ஆய்வில், கதிரின் பாதையில் வைக்கப்பட்டிருந்த சிறிய துடுப்பு சக்கரமானது சுழன்றதைக் கவனித்தார்.



இதன்மூலம் இக்கதிர்கள் விசையினை அளிக்கின்றன எனவும் அவை துகள்களைக் கொண்டுள்ளன எனவும் கண்டறிந்தார். காந்தபுலத்தில் இவற்றின் விலகலின் அடிப்படையில் அவை எதிர்மின் சுமையினைப் பெற்றுள்ளன என்ற முடிவிற்கு வந்தார்.

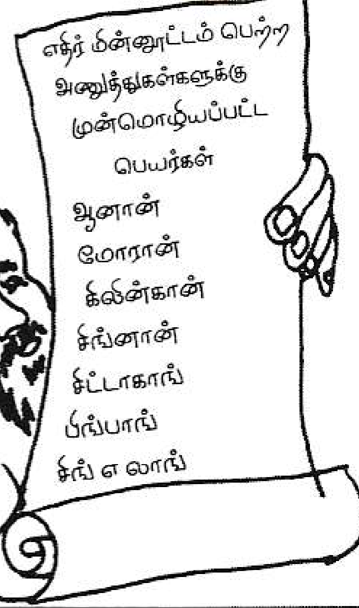
1897. **ஜோசப் ஜான் தாம்ஸன்** (1856- 1940) இவர் உயர்ந்த வெற்றிடத்தினைப் பயன்படுத்தி வாயுக்களில் அயனியாக்கத்தினால் ஏற்படும் குறுக்கீடுகளைத் தடுத்து கேதோடு கதிர்கள் மின்புலம் மற்றும் காந்தப்புலங்களில் எவ்வாறு விலகல் அடைகின்றன என்பதனைப் பற்றிய துல்லியமான ஆய்வினை மேற்கொண்டார். அந்த ஆய்வுகளில் இருந்து அவர் கேதோடு கதிர்களின் மின்னூட்ட நிறைத்தகவு மதிப்பினையும், திசைவேகத்தினையும் கண்டறிந்தார்.



கேதோடு கதிர்கள் எதிர் மின்னூட்டம் பெற்ற துகள்களைக் கொண்டுள்ளன. அவற்றின் நிறையானது ஹைட்ரஜனின் நிறையில் 1/1845 மடங்காகும்.



"எலெக்ட்ரான்" என்னும் சொல்லானது கடத்திகளில் மின்சாரத்தினைக் கடத்தக்கூடிய மின்துகள்கள் என்ற பொருளில் உருவாக்கப்பட்டது.



ஜி.எப். ஃபிட்ஸ் ஜெரால்டு

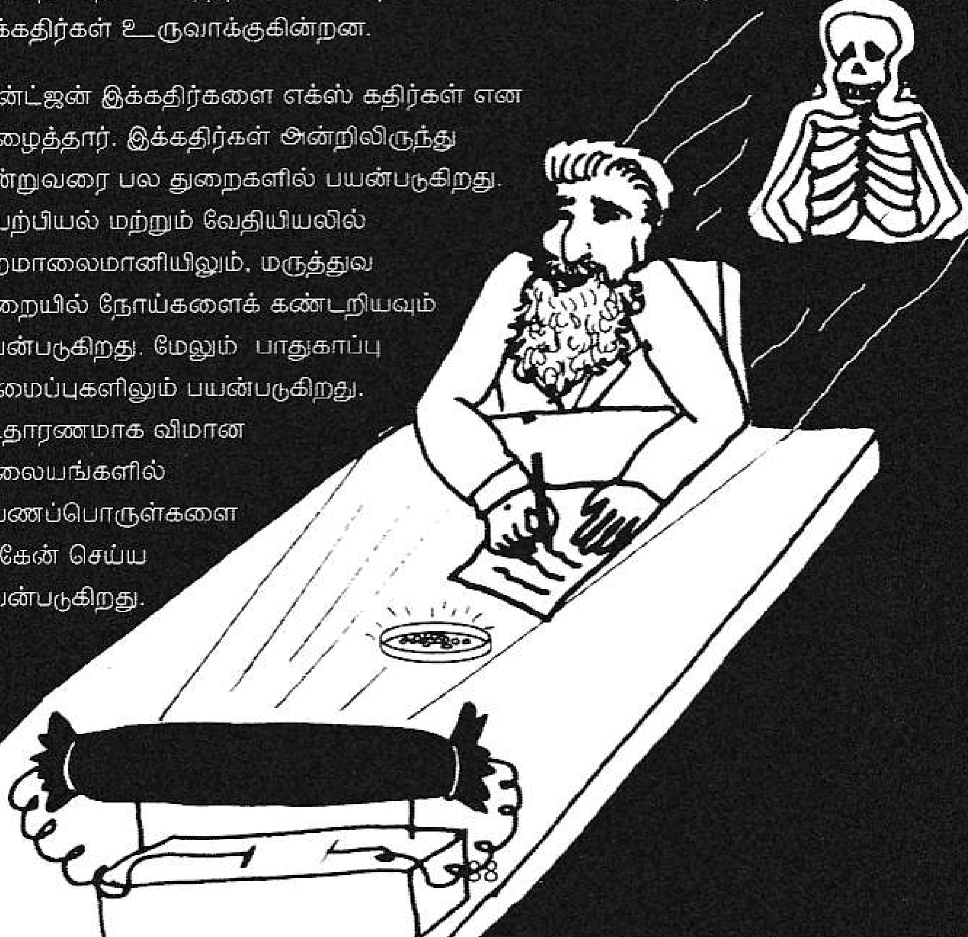
(1851-1901) எலெக்ட்ரான் என்ற பெயரினை இத்துகள்களுக்கு முன்மொழிந்தார். பின்னர் உலகம் முழுவதும் இப்பெயர் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது.

1895. வில்லியம் கான்ராட் ரான்ட்ஜன் (1845-1923)

கேதோடு கதிர்களை உருவாக்கும் வெற்றிடக்குழாயினை கருப்புத்தாளினைக் கொண்டு சுற்றி பயன்படுத்தினார். இதன் அருகில் வைக்கப்பட்டிருந்த பேரியம் பிளாட்டினோ சயனைடு படிகமானது ஒளிர்தலைக் கண்டறிந்தார்.

ஏதோ ஒரு வகை கதிர்வீச்சு காணப்படுகிறது. தசைகள் போன்ற திண்ம பொருள்களை அதனால் ஊடுருவி செல்ல முடிகிறது. ஆனால் எலும்புகள் போன்ற அதிக அடர்த்தி கொண்ட திண்மப் பொருள்களின் நிழலை அக்கதிர்கள் உருவாக்குகின்றன.

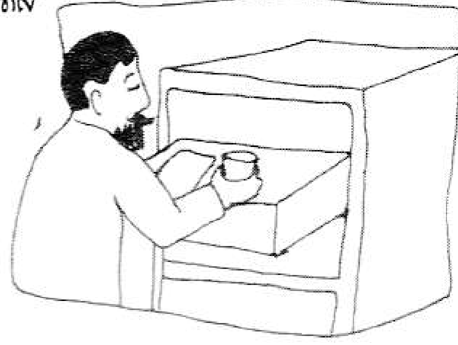
ரான்ட்ஜன் இக்கதிர்களை எக்ஸ் கதிர்கள் என அழைத்தார். இக்கதிர்கள் அன்றிலிருந்து இன்றுவரை பல துறைகளில் பயன்படுகிறது. இயற்பியல் மற்றும் வேதியியலில் நிறமாலைமானியிலும், மருத்துவ துறையில் நோய்களைக் கண்டறியவும் பயன்படுகிறது. மேலும் பாதுகாப்பு அமைப்புகளிலும் பயன்படுகிறது. உதாரணமாக விமான நிலையங்களில் பயணப்பொருள்களை ஸ்கேன் செய்ய பயன்படுகிறது.

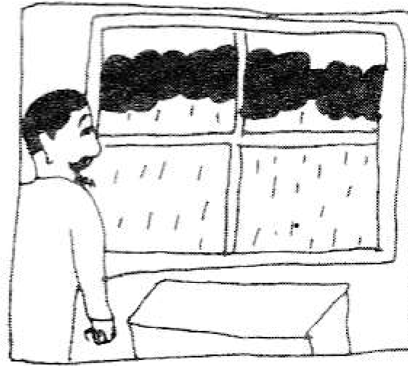


1896. ஆன்டனி ஹென்றி பெக்யூரல்

(1852-1908)

"எக்ஸ் கதிர்கள் ஒளிர்தலை உருவாக்குகின்றன. அதேபோல் ஒளிரக்கூடிய பொருள்கள் எக்ஸ் கதிர்களை உருவாக்க வேண்டுமென்றே கருதுகிறேன். இந்த யுரேனிய உப்பை சூரியஒளியின் கீழ் வைத்தால் ஒளிர்தலை ஏற்படுத்தும் என்பது அறிந்ததுதான்! சூரிய ஒளியில் வைத்த பிறகு, இது எக்ஸ் கதிர்களை உருவாக்கும் என எனக்குத் தோன்றுகிறது. நாளை இதுபற்றி சோதனை செய்ய வேண்டும். இந்த புகைப்படத்தகட்டினை கருப்பு நிறத் தாளினால் சுற்றி வைக்கிறேன். அருகில் கொஞ்சம் யுரேனியம் உப்பையும் வைக்கிறேன். நாளை சோதனை செய்யலாம்!"





பாரீஸில் தொடர்ச்சியாக ஏற்பட்ட மழைக்காலத்தின் காரணமாக அவரின் திட்டமானது தள்ளிவைக்கப்பட்டுக் கொண்டே வந்தது.

சில நாள்களுக்கு பிறகு அவர் புகைப்படத்தகட்டினை கழுவிப் பார்த்தார்.



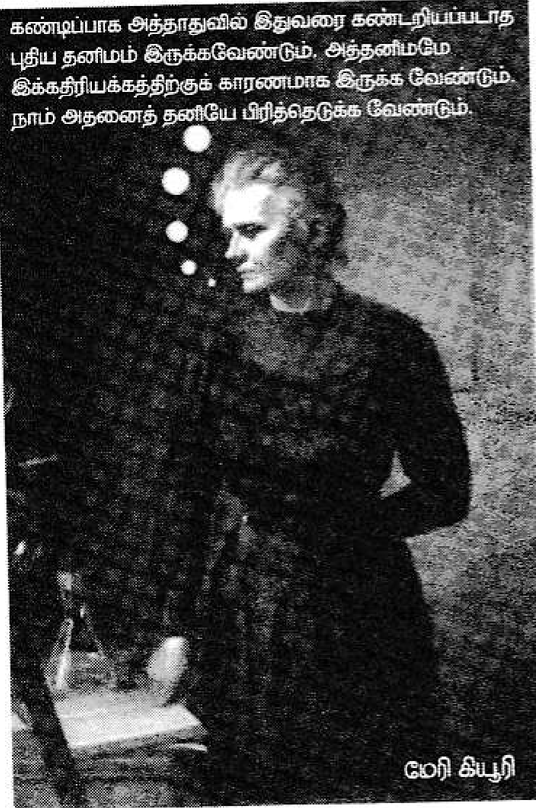
"நம்ப முடியவில்லை! தட்டு பாதிக்கப்பட்டுள்ளது. இதற்கு ஏதேனும் புதிய கதிர்கள் தான் காரணமாக இருக்க வேண்டும். இதற்கு கண்டிப்பாக யுரேனியம் உப்பிலிருந்து தானாக வெளிவந்த கதிர்கள்தான் காரணமாக இருக்கவேண்டும். இக்கதிர்கள் ஒளி ஊடுருவாத பொருள்களின் வழியாகவும் செல்லக்கூடிய பண்பினைக் கொண்டிருக்க வேண்டும்."

மேலும் தொடர்ந்த ஆய்வுகளின் காரணமாக **யுரேனியம்** கதிர்வீச்சின் மூலமாக செயல்படுகிறது எனக் கண்டறியப்பட்டது.

மேரி ஸ்க்லோடவ்ஸ்கா கியூரி [1867-1934] எனும் போலந்து நாட்டினைச் சேர்ந்த இளம் விஞ்ஞானி மற்றும் அவரது கணவரும் பிரெஞ்ச் இயற்பியலாளருமான **பியரி கியூரி** [1859-1906] இருவரும் இணைந்து இந்நிகழ்வினைப் பற்றிய ஆய்வுகளை மேற்கொள்ளத் தொடங்கினர். மேலும் இந்நிகழ்விற்கு **கதிரியக்கம்** [ரேடியோ ஆக்டிவிட்டி] என்ற பெயரினையும் வழங்கினர்.

அவர்கள் ஆஸ்திரிய அரசிடமிருந்து அதிக அளவிலான பயன்பாடில்லாத யுரேனியம் தாது, பிட்ச்பிளண்ட் போன்றவற்றைப் பெற்று அவற்றிலிருந்து யுரேனியத்தினைத் தனியாகப் பிரித்து எடுத்தனர். தாதுவிலிருந்து யுரேனியத்தினைப் பிரித்து எடுத்த பிறகு யுரேனியத்திலிருந்து அவர்கள் எதிர்பார்த்த கதிரியக்கத்தினைக் காட்டிலும் அதிக கதிரியக்கம் ஏற்பட்டது.





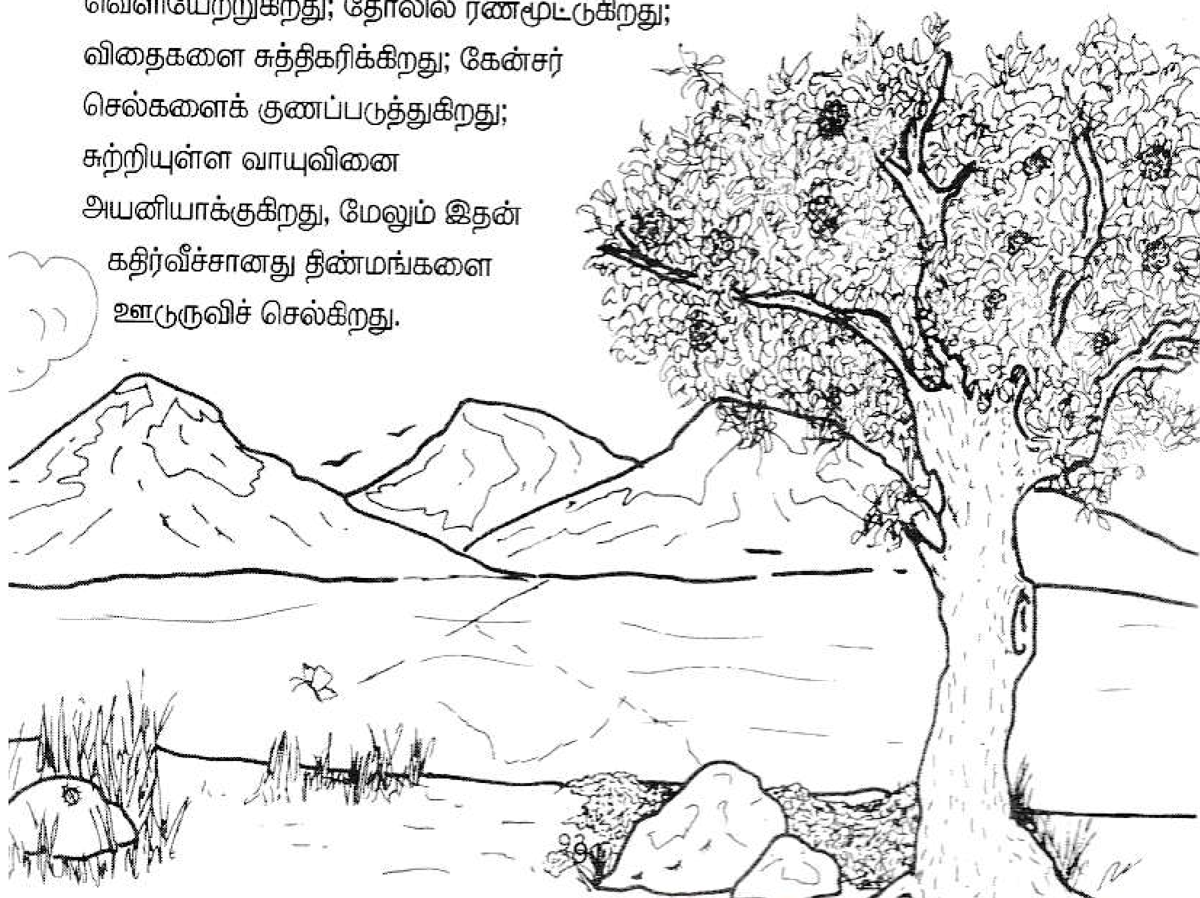


“ஆம். புதிய தனிமத்திற்கு எனது அட்டவணையில் இடம் உள்ளது.”

மேரி மற்றும் பியரி இருவரும் இடைவிடாது முயற்சித்து ஒரு டன் அளவிலான தாதுவிலிருந்து சில கிராம்கள் அளவிலான கதிரியக்கப் பொருள்களை பிரித்தெடுத்தனர். முடிவில் அவர்கள் அத்தாதுவில் பொலோனியம் மற்றும் ரேடியம் என்ற இரு கதிரியக்கத் தனிமங்கள் இருப்பதனை வெற்றிகரமாகக் கண்டறிந்தனர். தொடர் முயற்சிகளுக்கு பிறகு சிறிய அளவிலான தூய ரேடியம் உப்பினைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்தனர்.



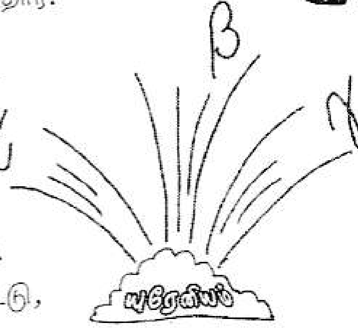
இவ்வுப்பானது உண்மையில் இயற்கையின் ஆச்சரியம் ஆகும். இத்தனிமம் இருட்டில் ஒளிர்கிறது; வெப்பத்தினை வெளியேற்றுகிறது; தோலில் ரணமூட்டுகிறது; விதைகளை சுத்திகரிக்கிறது; கேன்சர் செல்களைக் குணப்படுத்துகிறது; சுற்றியுள்ள வாயுவினை அயனியாக்குகிறது, மேலும் இதன் கதிர்வீச்சானது திண்மங்களை ஊடுருவிச் செல்கிறது.



மேரி கியூரி புதிய தனிமங்களின் பண்புகளைப் பற்றி தொடர்ந்து ஆய்வு செய்தார். மேலும் முனைவர் பட்டத்திற்கான ஆய்வாக 1903 ஆம் ஆண்டு கதிரியக்கத்தினை பற்றிய ஆய்வுகளை சமர்ப்பித்தார். அதே வருடத்தில் அவர், அவரது கணவர் மற்றும் ஹென்றி பெக்யூரல் ஆகியோர் இயற்பியலுக்கான நோபல் பரிசினைப் பெற்றனர். அவரது கணவரின் மறைவிற்குப் பிறகு, எட்டு வருடங்கள் கழித்து மேரி மற்றொரு நோபல் பரிசினை வேதியியலுக்காகப் பெற்றார்.



1899, **எர்னஸ்ட் ரூதர்போர்டு** யுரேனியத்திலிருந்து இரண்டு வகையான கதிர்வீச்சுகள் வெளிப்படுகின்றன என்பதனைக் கண்டறிந்தார். அக்கதிர்களுக்கு ஆல்பா மற்றும் பீட்டா கதிர்கள் எனப் பெயரிட்டார். பின்னர் அவை ஹீலியம் அயனி மற்றும் எலெக்ட்ரான்கள் எனக் கண்டறியப்பட்டது. 1900ல் **பால் வில்லர்ட்** மூன்றாவது கதிரான காமா கதிரினைக் கண்டறிந்தார். மேலும் அக்கதிர்கள் எக்ஸ் கதிர்களின் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன என்பதனையும் கண்டறிந்தார். யுரேனியம் வேறு வகையான தனிமமாக உருப்பெறுகின்றது என்பதனையும் கண்டறிந்தார்.



ரூதர்போர்டு மற்றும் **பெட்ரிக் சாடி** (1877-1956) இருவரும் கதிரியக்க அணுக்கரு சிதைவிற்கான விதிகளைக் கூறினர். இவற்றின் மூலம் புதிய தனிமங்கள் தோன்றுவதனையும் விளக்கினர். 1909 ஆம் ஆண்டு இவை சோதித்தறியப்பட்டு, அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டது.

கதிரியக்க சிதைவு வரிசை

யுரேனியம் ----238	ரேடியம் 226	பொலோனியம் 214
↓α	↓α	↓α
தோரியம் 234	ரேடான் 222	லெட் 210
↓α	↓α	↓β
புரோஆக்டினியம் 234	பொலோனியம் 218	பிஸ்மத் 210
↓α	↓α	↓β
யுரேனியம் 234	லெட் 214	பொலோனியம் 210
↓α	↓β	↓α
தோரியம் 230	பிஸ்மத் 214	லெட் 206
↓α	↓β.	

அடுத்த கேள்வியானது அணுவின் அமைப்பினைப் பற்றியதாகும். அதாவது ஓர் அணுவினுள் எலெக்ட்ரான்கள் மற்றும் நேர்மின் அயனிகள் எவ்வாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன என்பதனை அறிந்துக் கொள்வதாகும்.



ஜே.ஜே. தாம்சன், "புட்டிங் கேக்கில் பிளம்ஸ்கள் பொதியப்பட்டிருப்பது போல, சீராக பரவியுள்ள நேர்மின் துகள்களின் ஊடாக எலக்ட்ரான்கள் பொதிந்திருக்கின்றன" என்று கூறினார்.

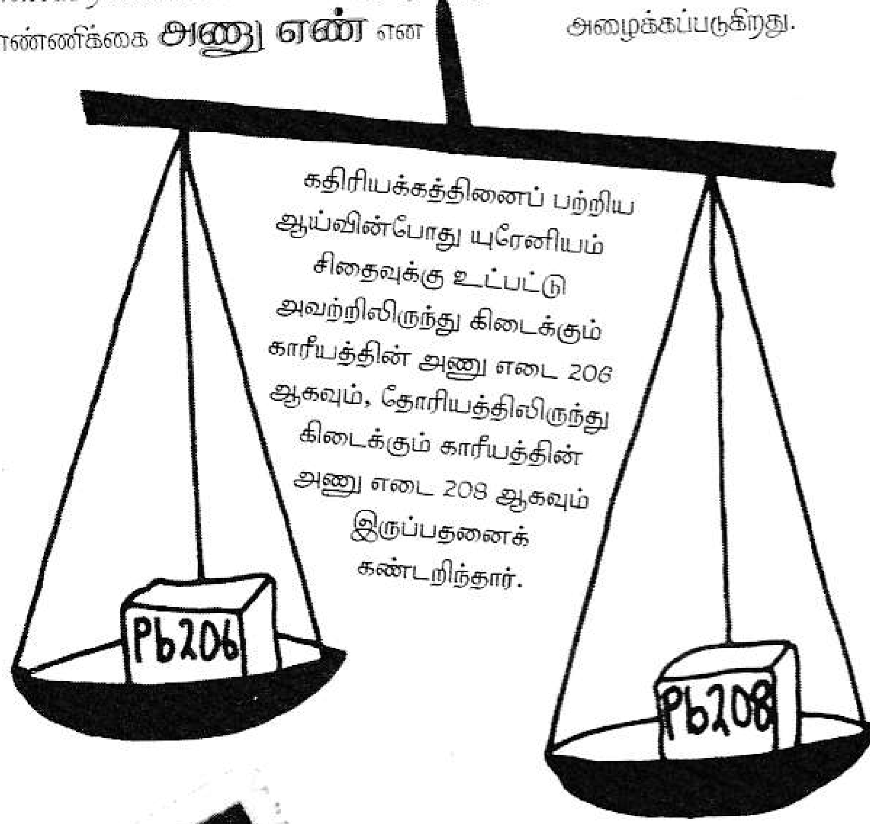
ருதர்போர்டு மற்றும் அவரது மாணவர்கள் மிக மெல்லிய தங்க தகட்டினை ஆல்பா துகள்களைக் (ரேடியத்திலிருந்து வெளிவந்தவை) கொண்டு ஊடுருவச் செய்து ஆல்பா துகளின் சிதறல் பாதையை உற்று நோக்கினர்.

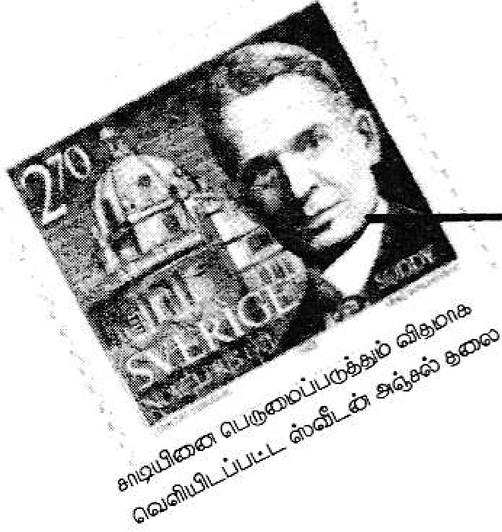
பெரும்பாலான ஆல்பா துகள்கள் நேராக ஊடுருவிச் சென்றன. ஆனால் அவற்றில் மிக அதிக ஆற்றல் கொண்ட சில ஆல்பா கதிர்கள் எதன் மீதோ மோதி திரும்பியதுபோல் நேர் எதிராக விலகல் அடைந்தன. ருதர்போர்டு அவரது கொள்கையினை **1911** ஆம் ஆண்டு வெளியிட்டு இதற்கான விளக்கத்தினை அளித்தார்.



"அணுவானது மிகச் சிறிய ஆனால் மிக அதிக கனமான அணுக்கருவினால் ஆனது. அங்கு நேர்மின் அணுக்கள் மொத்தமாக இணைந்துள்ளன. அணுக்கருவிற்கு வெளியே அதே எண்ணிக்கை கொண்ட எலெக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவினைச் சுற்றி வருகின்றன."

அணுக்கருவின் மின்சுமையானது எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கு சமமாகவும், எலெக்ட்ரான்களின் மின்சுமைக்கு நேரெதிராகவும் அமைந்திருக்கிறது. இந்த எண்ணிக்கை **அணு எண்** என அழைக்கப்படுகிறது.



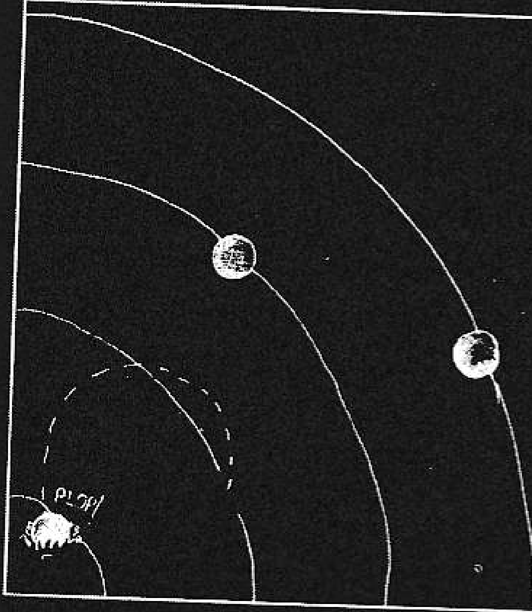


சாடியினை பெருமைப்படுத்தும் விதமாக வெளியிடப்பட்ட ஸ்வீடன் அஞ்சல் தலை

“அணு எண் என்பது அணு எடையைக் காட்டிலும் மிகவும் அடிப்படையான ஒன்றாகும். ஒரே அணு எண்ணையும் வேறுபட்ட அணு எடையையும் கொண்ட தனிமங்கள் **ஐசோடோப்புகள்** என அழைக்கப்படுகின்றன. கிரேக்க மொழியில் ஐசோடோப் என்பதன் பொருள் ‘ஒரே இடம்’ என்பதாகும். ஏனெனில் இவை தனிம வரிசை அட்டவணையில் ஒரே இடத்தினை ஆக்கிரமிக்கின்றன.”

சாடி வேதியியலுக்கான நோபல் பரிசினை 1921 ஆம் ஆண்டு பெற்றார். அறிவியல் களத்தில் அரசியல், பொருளாதார தாக்கங்கள் அவரைத் தொந்தரவு செய்தது. எனவே அவரது கவனம் பொருளியல் மீது திரும்பியது. பணத்திற்கும் சமுதாயத்திற்கும் இடையிலான தொடர்புகள் பற்றிய அவரது கருத்துகள் பழைய பொருளாதார கருத்துகளில் இருந்து மாறுபட்டு நவீன பொருளியலில் முக்கியத்துவம் பெற்று விளங்குகின்றன.

அணுவின் அமைப்பினை நோக்கித் திரும்புவோம்...



ரூதர்போர்டின் அணுமாதிரியானது சூரியகுடும்ப அமைப்பின் சிறு மாதிரி போன்று அமைந்துள்ளது. இம்மாதிரியின் குறைபாடு யாதெனில், முடுக்கப்பட்ட மின்துகள்கள் கதிர்வீச்சினை வெளியிடும். எலெக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவினைச் சுற்றி வருவதால், அவை கதிர்வீச்சினை வெளியிட்டு ஆற்றலை இழந்து அணுக்கருவினுள் வீழ்ந்துவிட வேண்டும். இதனால் அணுவானது நிலைத்தன்மை கொண்டதாக இருக்க முடியாது.

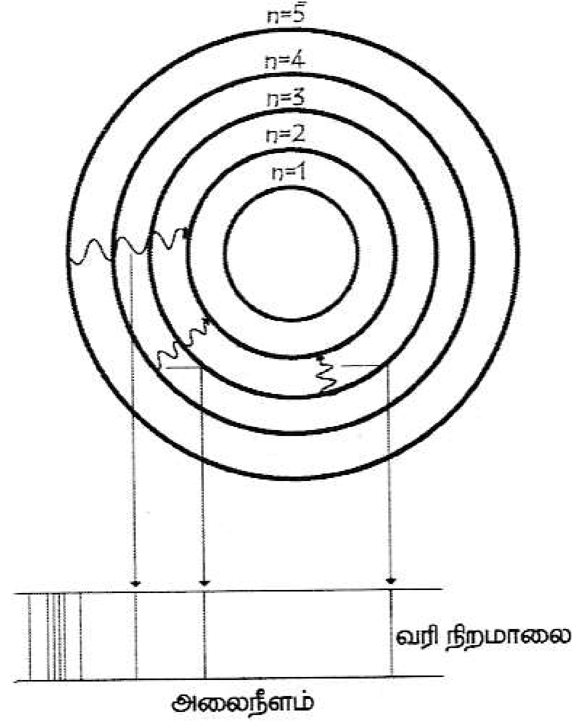
கோப்பென்ஹேனைச் சேர்ந்த **நீல்ஸ் போர்** [1885-1962] இக்குறைபாட்டினை நீக்குவதற்காக போர் கொள்கையினை வெளியிட்டார். **மேக்ஸ் ப்ளாங்க்** [1858-1948] அவர்களால் உருவாக்கப்பட்ட குவாண்டமாக்கல் என்ற கருத்தினை அணுவிற்குப் பயன்படுத்தினார்.

1913.



ஹலோ ! நான் நீல்ஸ் போர் பொம்மை. நான் ஒரே மாதிரியான கூடுகளால் உருவாக்கப்பட்டுள்ளேன். அக்கூடுகள் ஒன்றினுள் ஒன்று பொருந்துமாறு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. நீல்ஸ் புத்திசாலியாக இருந்தார். எலெக்ட்ரான் ஆனது குறிப்பிட்ட கோண உந்தம் பெற்றிருக்கும் கூடுகள் அல்லது ஆர்பிட்டுகளில் மட்டுமே சுழலும். அக்கூடுகளில் எலெக்ட்ரான் உள்ளபோது அவை ஆற்றலை கதிர்வீசாது. எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு கூட்டிலிருந்து மற்றொரு கூட்டிற்கு ஆற்றலை உட்கவர்வதன் மூலமோ அல்லது ஆற்றலை வெளிவிடுவதன் மூலமோ செல்ல முடியம். ஓர் அணுவின் வெளிக்கூட்டில் உள்ள எலெக்ட்ரான்கள் மட்டுமே அத்தனிமத்தின் பண்பிற்கு காரணமாக அமைகின்றன.

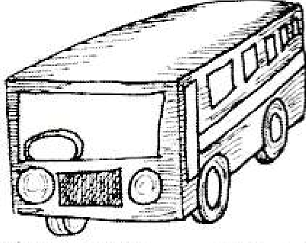
போர் அணுமாதிரியானது அணுக்களின் சில பண்புகளை முக்கியமாக அவற்றின் நிறமாலை வரிகளை விளக்குவதில் வெற்றி பெற்றது.



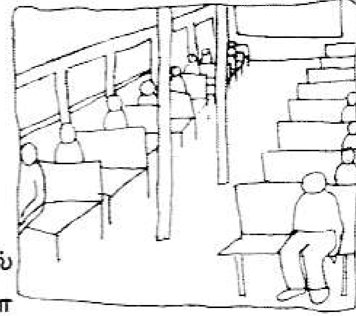
1916. **ஜீ. என். லீவிஸ்** (1875-1946) மற்றும் **வால்தர் கோசல்** (1888-1956) ஆகியோர் வேதியியலில் இணைதிறன் அல்லது வேதிப்பிணைப்பினை விளக்குவதற்குப் போரின் கொள்கையினைப் பயன்படுத்தினர்.

கனிம அணுக்கள் வெளிக்கூட்டில் உள்ள எலெக்ட்ரானை இழந்தோ அல்லது வெளிக்கூட்டில் எலெக்ட்ரானை ஏற்றோ **எண்ம நிலைப்புத்தன்மை மிக்க அயனிகளை** உருவாக்குகின்றன. இந்த அயனிகள் நிலைமின் விசையினால் ஒன்றுடன் ஒன்று பிணைப்பினை ஏற்படுத்தி **அயனிப்பிணைப்பு** மூலம் **முனைவுறு மூலக்கூறுகளை** உருவாக்குகின்றன. கரிமச் சேர்மங்களில் **சகப்பிணைப்பு** மூலம் எலெக்ட்ரான்கள் பகிரப்பட்டு, அதன் பிணைப்பு மூலம் **முனைவற்ற மூலக்கூறுகள்** தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன.

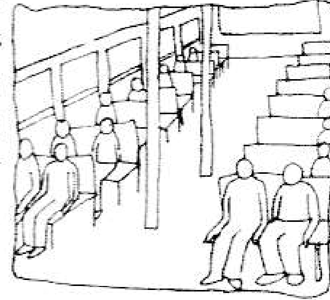
1925. வொல்ப்சங்க் பௌலி (1900–1958) தனது தவிர்த்தல் கொள்கையினை வெளியிட்டார். இவரின் கொள்கையின்படி ஒவ்வோர் ஆற்றல் மட்டமும் அல்லது ஆர்பிட்டும் இரண்டு எலெக்ட்ரான்களை மட்டுமே கொண்டிருக்க முடியும். எலெக்ட்ரான்கள் தனது ஆற்றல் நிலையிலிருந்து கீழே உள்ள ஆற்றல் மட்டத்திற்கு செல்ல இயலாது. ஆவர்த்தன அட்டவணையினை எலெக்ட்ரான்கள் ஆற்றல் மட்டங்களில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் நிலையோடு தொடர்புபடுத்த இயலும்.





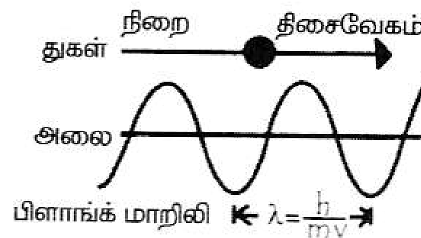






எலெக்ட்ரான்கள் தங்களுக்குரிய ஆற்றல் மட்டங்களில் எவ்வாறு பயணிகள் காலியாக உள்ள பேருந்துகளில் சென்று அமர்கிறார்களோ அது போலவே சென்று அமையும். பொதுவாக பேருந்தின் ஆரம்ப இருக்கையிலிருந்து முதலில் ஜன்னலோர இருக்கைகள் நிரம்பத் தொடங்கும். பிறகு அவர்களின் அருகில் சென்று மற்றவர் இணைந்து அமர்வது மீண்டும் ஆரம்ப இருக்கையில் இருந்து தொடங்கும். இதுபோலவே எலெக்ட்ரான்கள் முதலில் தனிமையில் இருக்கவே விரும்புகின்றன. ஆற்றல் மட்டங்கள் உயர்ந்த ஆற்றல் உடையதாகும் போது மற்ற எலெக்ட்ரான்களுடன் சென்று இணைந்து அமர்வது தொடங்கும்.

1924. லூயிஸ் டி பிராலி (1892–1987) அவரது கொள்கையினை வெளியிட்டார். இதன்படி, கதிரியக்கமானது துகள் பண்பினை வெளிப்படுத்துவதுபோல, பருப்பொருள் துகள்கள் சில நிபந்தனைகளின் கீழ் அலைப்பண்பினை வெளிப்படுத்துகின்றன.



1925. **எர்வின் ஸ்கோடின்ஜர்** (1887–1961) மற்றும் **வெர்னர் ஹைசன்பர்க்** (1901–1976) இருவரும் தனித்தனியாக பொது குவாண்டம் கொள்கையினை உருவாக்கினர். இக்கொள்கை எலெக்ட்ரான்களின் பண்புகள், அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகளில் அணுக்களின் பிணைப்புகளைப் பற்றி விளக்குகிறது.

அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகள் **அலைச் சார்பு** மூலம் விளக்கப்படுகின்றன. அந்த அமைப்பிற்கே உரியதாக விளங்கும் இது கணித முறையில் கணக்கிடப்படுகிறது.



பழைய ஆஸ்ட்ரியன் ஷிலிங் 1000 நோட் ஸ்கோடின்ஜர் படத்துடன்

ஹைசன்பர்க் சமன்பாடானது மேட்ரிக்ஸ் அல்ஜீப்ராவை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. ஆனாலும் இது அலை இயக்கவியலுடனும் பொருந்திப் போகிறது.


மேக்ஸ் பார்ன்

1926.

“ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில், அலைச்சார்பின் இருமடியானது, அத்துகளை அங்கே காணுவதற்கான நிகழ்தகவு அடர்த்தியே ஆகும் என்பதே துகளின் அலை இயக்கதிற்கான இயல் விளக்கம் ஆகும்.”

நாம் முந்தைய பக்கங்களில் குவாண்டம் இயந்திரவியலின் உருவாக்கத்தினைப் பற்றிக் கண்டோம்.

குவாண்டம் இயந்திரவியல் இன்றைய வேதியியலைப் பற்றி நாம் முடிவாக புரிந்து கொள்வதற்கான கொள்கையாகும். அதன் மூலம் நாம் ஆவர்த்தன அட்டவணையின் அமைப்பு, பிணைப்பு, வினைபுரியும் திறன், நிறமாலை மேலும் பலவற்றைப் புரிந்துக் கொள்ள முடிகிறது. வேதியியலின் பல பிரிவுகளையும் ஒன்றிணைப்பதாக குவாண்டம் இயந்திரவியல் விளங்குகிறது.

கிளாசிக்கல் இயந்திரவியல் நியூட்டனின் விதிகளை அடிப்படையாகக் கொண்டிருக்கிறது. அது போல, குவாண்டம் இயந்திரவியல் சில கருதுகோள்களின் தொகுப்பினை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. குவாண்டம் இயந்திரவியலின் கொள்கைகள் கிளாசிக்கல் இயந்திரவியலை விட குறைந்த உள்ளுணர்வின் அடிப்படையில் ஆனது. நாம் அதற்குள் தற்போது செல்ல வேண்டாம். இக்கொள்கைகள் நாம் உற்று நோக்குபவற்றை விளக்கவும் அவற்றினை முன்கூட்டி அறியவும் எவ்வளவு உதவிகரமாக உள்ளன என்பதைப் பொறுத்தே அவற்றின் வெற்றி அமைந்துள்ளது.



1930. களில் குவாண்டம் இயந்திரவியல் ஆனது வேதியியல் அமைப்புகளில் மூலக்கூறுகளின் அமைப்பு மற்றும் பண்புகளைப் பற்றி அறிந்து கொள்வதற்காக பயன்படத் தொடங்கியது. அதுவே குவாண்டம் வேதியியல் ஆகும். **குவாண்டம் வேதியியலில்** ஆரம்ப கால வல்லுனராக விளங்கியவர்களில் ஒருவர் **லைனசு பாலிங்** (1901-1994). இவர் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையேயான பிணைப்பினை விளக்குவதற்கு இணைதிறன் பட்டை என்ற பிணைப்பு மாதிரியினை அறிமுகப்படுத்தினார். அவரது புத்தகமான தி நேச்சர் ஆப் தி கெமிக்கல் பாண்ட் என்பது அந்நாளில் வேதியியலில் தனது ஆதிக்கத்தினை செலுத்திய மிகவும் புகழ்பெற்ற புத்தகமாக இருந்தது. இப்பிணைப்பு முறைக்கு மாற்றாக **பிரட்ரிச் ஹண்ட்** (1896-1997) மற்றும் **இராபர்ட் முல்லிக்கன்** (1896-1986) ஆகியோர் **மூலக்கூறு-ஆர்பிட்டல்** முறையினை அறிமுகப்படுத்தினர். இந்த இரண்டு முறைகளும் ஒன்றுக்கொன்று நிறைவு செய்யக்கூடியதாகவும், தனது வழிகளில் மூலக்கூறு பிணைப்பினைப் பற்றிய புரிதலை உருவாக்குவதாகவும் அமைந்திருந்தன.

டக்லஸ் ஹர்ட்ரீ (1897-1958) மற்றும் **விளாடிமிர் போக்** (1898-1974) இருவரும் 1930 களில் மூலக்கூறுகளின் அலைச் சார்பினை தோராயமாக கணக்கீடு செய்வதற்கான நுட்பம் ஒன்றினை அறிமுகப்படுத்தினர்.

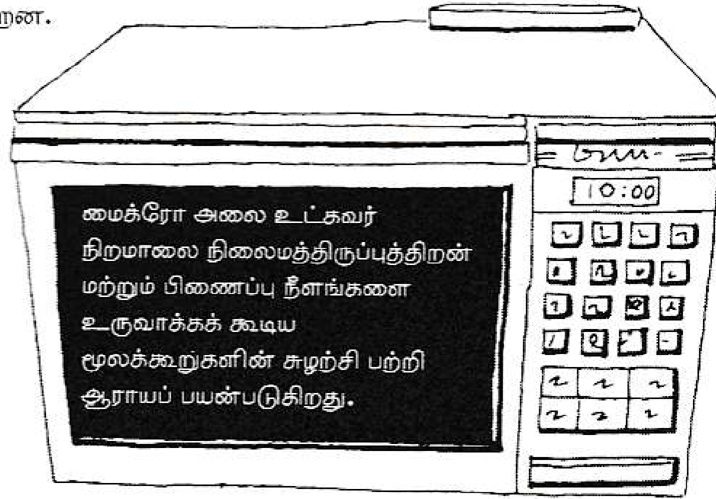
1950 களில் **க்ளமென்ஸ் ரூதன்** அலைச் சார்பினையும் மூலக்கூறு பண்புகளையும் கணினி மூலம் கணக்கீடு செய்வதற்கான முறையினை உருவாக்கினார். இது **கணக்கீட்டு வேதியியலைச்** சார்ந்ததாகும்.

இம்முறைகள் பல வருடங்களாக மேம்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. இப்போது கணினியும் மிக வேகமாக செயல்படும் அளவிற்கு வளர்ச்சி அடைந்துள்ளது. இந்நாட்களில் ஒரு வேதியியலாளர் ஒரு வினையினை ஆய்வகத்தில் செய்து பார்ப்பதற்கு முன் (விலை உயர்ந்த வேதிப்பொருள்கள் மற்றும் கருவிகளைக் கொண்டு) அவரது கணினியின் முன் அமர்ந்து கணக்கீட்டு வேதியியலைப் பயன்படுத்தி அவ்வினைக்கான விளைவினை, ஏறத்தாழ மிகச் சரியான முடிவினை பெற முடியும். ஆனால் இம்முடிவுகளின் துல்லியத்தன்மையில் சில வரம்புகள் காணப்படுகின்றன. முக்கியமாக மிகப்பெரிய வேதியியல் அமைப்புகளுக்கான வினைகளை கணக்கீடு செய்யும்போது துல்லியத்தன்மையில் சில பிழைகள் ஏற்படுகின்றன. எனவே ஆய்வகத்தில் சோதனைகளை தொடர்வது என்பது மிக முக்கியமானதாகும்.

அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளை வெறும் கண்களால் நேரடியாக பார்ப்பதோ அல்லது ஏதேனும் ஒளியியல் தொலைநோக்கியினைக் கொண்டு காண்பதோ இயலாத ஒன்றாகும். பருப்பொருள்களின் மூலக்கூறு அமைப்பு மற்றும் பண்புகளை அறிய, அவற்றின் அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகள் ஒளி அல்லது மின்காந்த கதிர்களின் முன்னிலையில் எவ்வாறு நடந்து கொள்கின்றன என உற்றுநோக்கி ஆராயப்பட்டது. இவ்வாறு ஆய்வு செய்யும் முறைகள் மற்றும் அவற்றினை பற்றி படிக்கும் அறிவியல் பிரிவானது **நிறமாலையியல்** என அழைக்கப்படுகிறது.

1859 ல் சோடியம் மற்றும் பொட்டாசியத்தின் சுடர்கள் முதன்முதலில் நிறமாலையியல் ஆய்வுக்கு உட்படுத்தப்பட்டதிலிருந்து இன்று வரை பல்வேறு நிறமாலையியல் முறைகள் உருவாக்கப்பட்டு, அவற்றில் மின்காந்த நிறமாலையின் பல்வேறு பகுதிகள் (அதாவது பல்வேறு அதிர்வெண்களை கொண்ட ஒளி) பல்வேறு முறைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

உதாரணமாக...



சந்திரசேகர வெங்கடராமன்

[1888–1970] அவர்களின் ஆய்வினை அடிப்படையாகக் கொண்ட **இராமன் நிறமாலை**யானது மூலக்கூறுகளின் அதிர்வுகள் மற்றும் சுழற்சிகளை பற்றி ஆராயப் பயன்படுகிறது. மூலக்கூறுகளின் அதிர்வுறும் பண்புகளில் இருந்து நாம் வேதிபிணைப்புகளின் உறுதித்தன்மை மற்றும் விறைப்புத்தன்மை ஆகியவற்றினை பற்றி அறிந்து கொள்ள இயலும்.



அணுக்கரு காந்த ஒத்ததிர்வு [NMR]

நிறமாலையியல் ஒரு மூலக்கூறில் அணுக்கள் அமைந்துள்ள சூழல் மற்றும் அடுத்துள்ள அணுக்களுடன் அவை எவ்வாறு ஒருங்கமைந்துள்ளன போன்றவற்றினைப் பற்றிய தகவல்களை நமக்கு அளிக்கிறது.



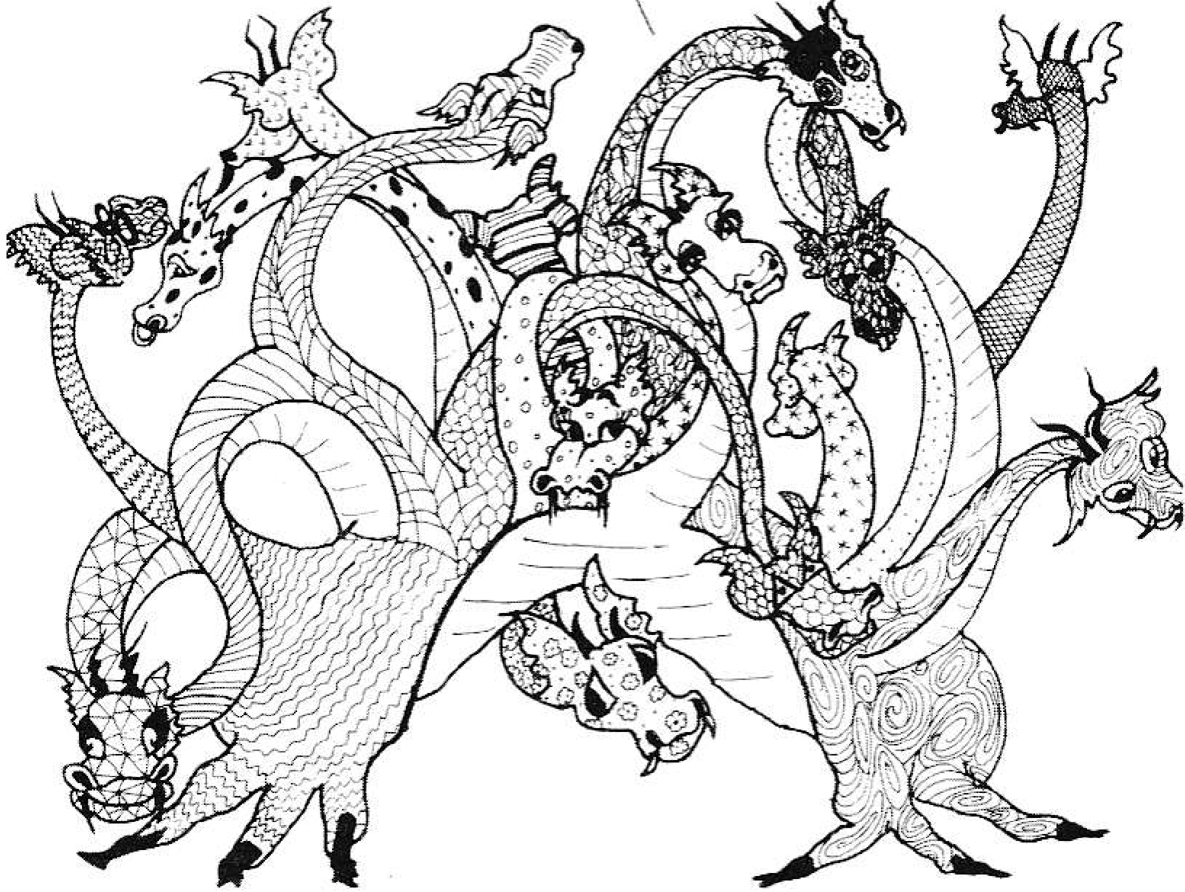
அடிப்படை வேதியியலில் மூலக்கூறுகளின் நிலை பற்றிய அறியாத தகவல்களை மட்டுமல்லாமல் , அறிவியலாளர்களுக்கு புதிய சேர்மங்களை உருவாக்குதல் அல்லது புதிய பொருள்களை வடிவமைத்தல், மற்றும் அவற்றின் விளைவுகளைப் பற்றி அறிதல் ஆகியவற்றுக்கு நிறமாலைமானி மிக முக்கியமான கருவியாகப் பயன்படுகிறது.

மருந்து தயாரிப்பு, பெட்ரோலியம் மற்றும் நுகர்பொருள்களை உருவாக்கும் தொழிற்சாலைகளில் தரம் பரிசோதித்தலில் நிறமாலை பகுப்பாய்வு வேதியலாளர்களால் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

மேலும் நிறமாலையியல் நுட்பங்கள் பலநேரங்களில் மருத்துவத் துறையில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. உதாரணமாக காந்த ஒத்ததிர்வு பிம்பம் [MRI] NMR தத்துவத்தின் அடிப்படையில் செயல்படுகிறது. இது மூளையில் ஏற்படும் கட்டிகளை ஆராயவும் மூளையின் செயல்பாடுகளைப் புரிந்துகொள்ளவும் பயன்படுகிறது.



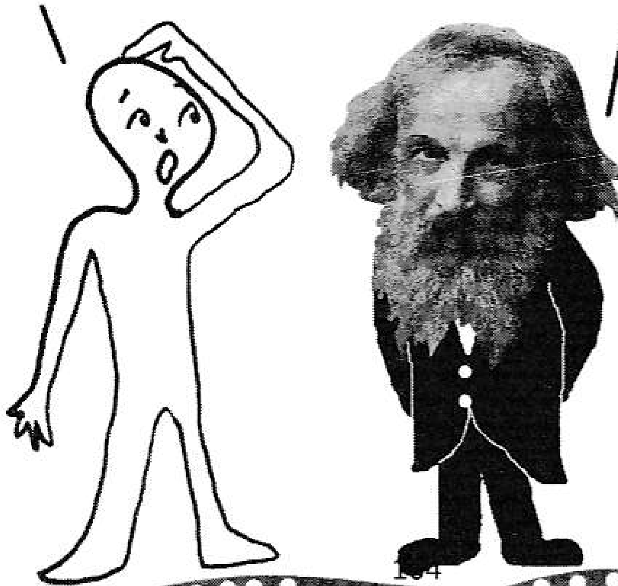
நாம் இருபதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் இயற்பியல் மற்றும் வேதியியலின் வளர்ச்சியில் ஒரு நெருங்கிய ஒற்றுமையைக் காண இயலும். வேதியியலானது தனது எல்லைகளைக் கடந்து பிற துறைகளுடன் முக்கியமாக உயிரியல், பருப்பொருள் அறிவியல் மற்றும் இயற்பியலுடன் இணைந்து பல கண்டுபிடிப்புகளை இருபதாம் நூற்றாண்டிலும் தொடர்ந்து நிகழ்த்திக் கொண்டிருக்கிறது.



இன்றைய வேதியியலின் பல்வகைத் தன்மையும், ஆராய்ச்சிகளின் வளர்ச்சியும் மிக அதிகமாக உள்ளது. அடுத்த சில பக்கங்கள் நாம் அவ்வாறான வளர்ச்சியில் உதாரணத்திற்கு சிலவற்றைக் காண்போம்.

இருபதாம் நூற்றாண்டில் பல புதிய வேதித் தனிமங்கள் தனிமவரிசை அட்டவணையில் சேர்க்கப்பட்டன. அத்தனிமங்கள் முக்கியமாக யுரேனியத்தினை விட அணு எடை அதிகமாகக் கொண்டிருந்தன. பூமியில் இயற்கையில் கிடைக்கும் தனிமங்களில் யுரேனியம் அதிகபட்ச அணு எண் [92] கொண்ட தனிமமாகும். **யரேனிய பின் தனிமங்களை (கதிரியக்கத் தனிமங்கள்)** செயற்கை முறையில் உருவாக்குவதற்கான முயற்சியானது **ஈரென்** மற்றும் **பிரட்ரிக் ஜோலியட் கியூரி** இருவரும் 1934 ஆம் ஆண்டு **செயற்கை கதிரியக்கத்தினைக்** கண்டறிந்தபிறகு தொடங்கியது. அவர்கள் லேசான தனிமங்களை ஆல்பா கதிர்கள் கொண்டு மோதச்செய்து தெரிந்த தனிமங்களின் ரேடியோ ஐசோடோப்புகளை உருவாக்கினர். அத்தகைய தனிமங்கள் இயற்கையில் காணப்படுவதில்லை. துகள்களைக் கொண்டு தனிமங்களை மோதுதல் என்னும் கருத்தினைக் கொண்டு செயற்கை கதிரியக்கத் தனிமங்கள் உருவாக்கப்பட்டன. அவ்வாறான புதிய தனிமம் **நெப்டியூனியம்** [அணு எண் 93] 1939 ஆம் ஆண்டு உருவாக்கப்பட்டது.

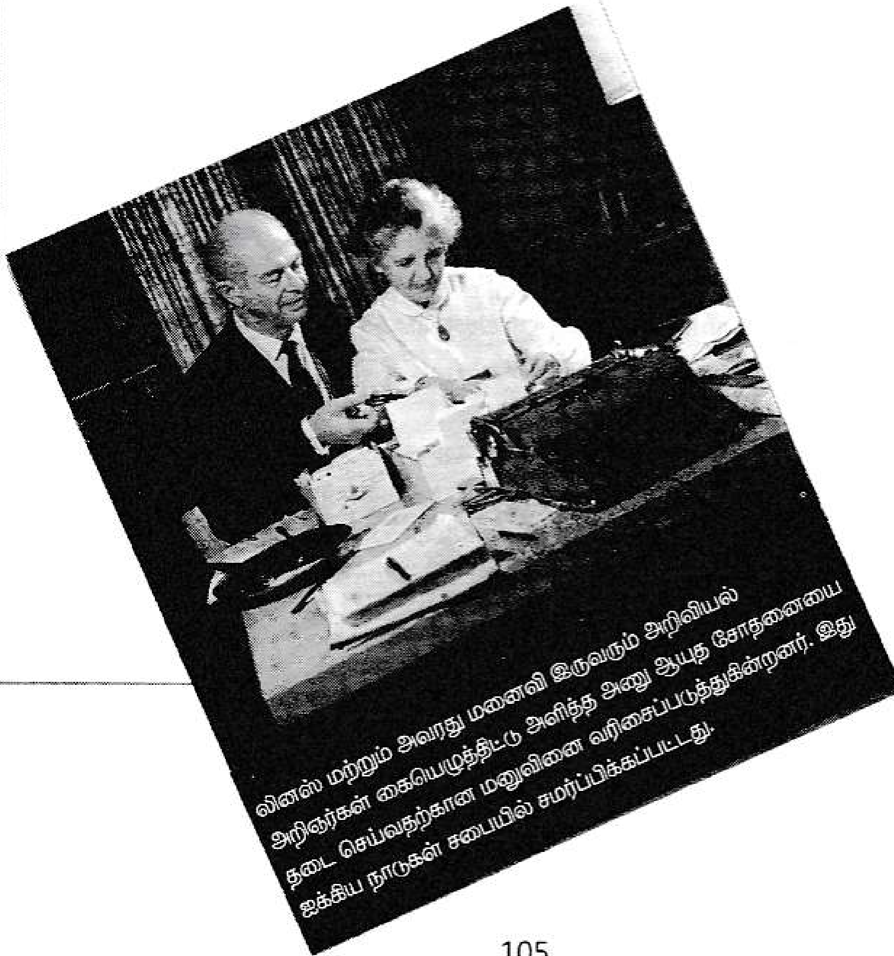
அதற்கு அடுத்ததாக விரைவிலேயே **க்லென் சீபோர்க்** [1912-1999] அவரது உதவியாளர்களுடன் இணைந்து **புளூட்டோனியம்** [அணு எண் 94] என்னும் தனிமத்தினையும், அதனைத் தொடர்ந்து மேலும் ஒன்பது செயற்கை கதிரியக்கத் தனிமங்களையும் கண்டறிந்தார். அவரது கண்டுபிடிப்பில் கடைசி தனிமமான அணு எண் 106 கொண்ட தனிமம் 1997 ஆம் ஆண்டு கண்டறியப்பட்டது இத்தனிமம் அவரது பெயரினாலேயே **சீபோர்கியம்** என அழைக்கப்பட்டது. 2006 ஆம் ஆண்டு 118 வது தனிமம் அதன் தற்காலிக பெயரான **யுனுனாக்டியம்** என்ற பெயரில் கடைசியாக உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.



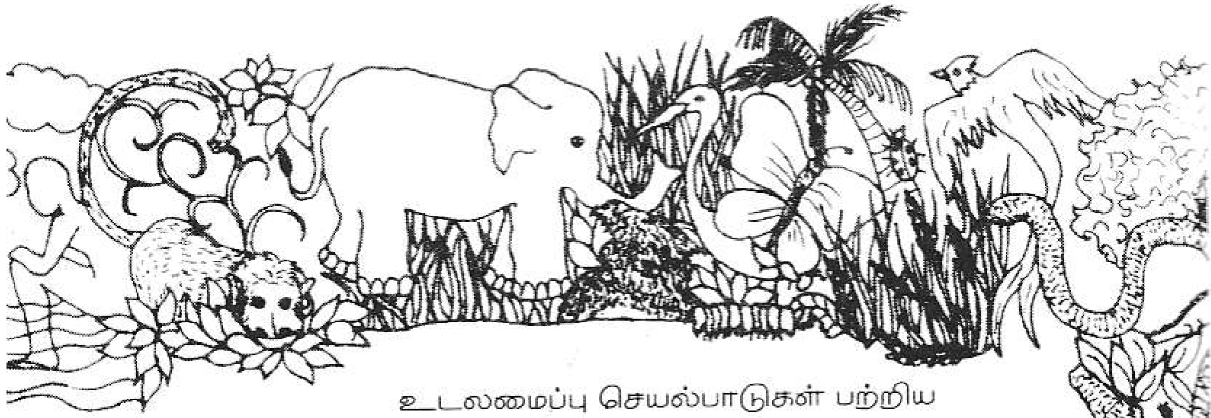
உயிர் வேதியியல் பற்றிய புரிதலானது இருபதாம் நூற்றாண்டில் மிக வேகமாக அதிகரித்தது.

லினஸ் பௌலிங். குவாண்டம் வேதியியலின் முன்னோடியாக கருதப்படும் இவர், பல துறைகளிலும் சிறந்து விளங்கினார். இவர் புரதங்களின் அடிப்படை அலகாகக் கருதப்படும் அமினோ அமிலங்களின் அமைப்பினைப் பற்றி ஆராய்ந்தார். 1940களில் பல புரதங்களின் அடிப்படை அமைப்பு வடிவமான S–ஹெலிக்ஸ் வடிவம் என உறுதியாக கண்டறியப்பட்டது. 1954ல் அவர் வேதியியலுக்கான நோபல் பரிசினைப் பெற்றார்.

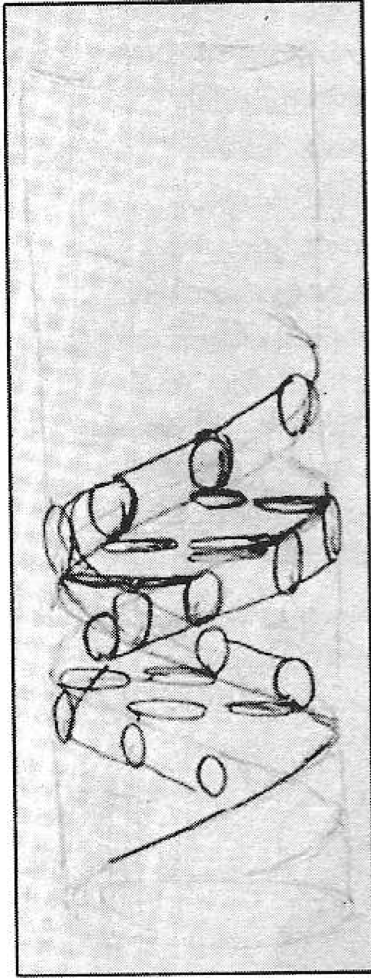
இவர் அமைதிக்காகவும் போராடினார். 1958 ஆம் ஆண்டு பல நாடுகளைச் சேர்ந்த 11,000 அறிவியலாளர்கள் கையெழுத்திட்டு அளித்த அணுகுண்டு சோதனையை தடை செய்வதற்கான மனுவினை ஐக்கிய நாடுகள் சபையில் சமர்பித்தார். இவரது முயற்சியானது அணு ஆயுதங்களை வைத்திருக்கும் நாடுகளான அமெரிக்கா, இங்கிலாந்து மற்றும் இரஷ்யா நாடுகளுக்கிடையே இதற்கான ஒப்பந்தம் கையெழுத்தானதன் மூலம் வெற்றியடைந்தது. பௌலிங் 1962 ஆம் ஆண்டு இரண்டாவது நோபல் பரிசினை அமைதிக்காகப் பெற்றார்.



லினஸ் மற்றும் அவரது மனைவி இருவரும் அறிவியல் அறிஞர்கள் கையெழுத்திட்டு அளித்த அணு ஆயுத சோதனையை தடை செய்வதற்கான மனுவினை வரிசைப்படுத்துகின்றனர். இது ஐக்கிய நாடுகள் சபையில் சமர்ப்பிக்கப்பட்டது.



உடலமைப்பு செயல்பாடுகள் பற்றிய தகவல்கள் ஒரு தலைமுறையிலிருந்து அடுத்த தலைமுறைக்கு டி ஆக்ஸி ரிபோ நியூக்ளிக் அமிலம் (டி.என்.ஏ) என்று அழைக்கப்படுகின்ற பாலிமர் மூலமாக கடத்தப்படுகிறது. இதனுடன் இணைந்த இதனைப் போன்ற மற்றொரு உட்கரு அமிலமான ரிபோநியூக்ளிக் அமிலமும் உயிர் செயல்பாட்டிற்குத் தேவையான பல்வேறு புரதங்களை உற்பத்தி செய்கிறது. டி.என்.ஏ வின் வேதிசேர்க்கை மற்றும் அதன் எக்ஸ் கதிர் படிகவியல் மூலம் பெறப்பட்ட புகைப்படங்களைக் கொண்டு **ஜேம்ஸ் வாட்சன்** (1928-), **பிரான்சிஸ் கிர்க்**(1916-2004), **வில்கின்ஸ்** (1916-2004), **ரோசலிண்டு பிராங்களின்** (1920-1958) ஆகியோர் டி.என்.ஏ வின் அமைப்பினை 1953 ஆம் ஆண்டு கண்டறிந்தனர்.

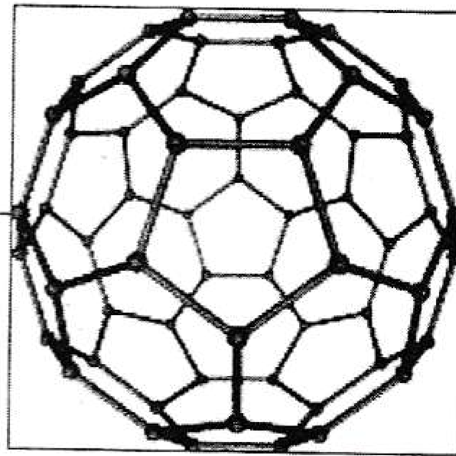


டி.என்.ஏ மூலக்கூறினைப் பற்றி கிரிக் வரைந்த முதல் படம். 1953.

இன்று டி.என்.ஏ, புரதங்கள் மற்றும் பிற உயிரியல் மூலக்கூறுகள் அவற்றின் மருத்துவப் பயன்பாடு காரணமாக பெரும்பகுதி வேதியியலாளர்களின் கவனத்தினைக் கவர்ந்துள்ளன.

வேதியியலாளர்கள் இயற்கையில் கிடைக்கும் பல்வேறு மூலக்கூறுகளை ஆய்வகங்களில் உருவாக்கினர். அவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட சேர்மங்களில் விட்டமின் பி12 மிகவும் சிக்கலான அமைப்புடைய சேர்மமாகும். **ராபர்ட் பர்ன்ஸ் உட்வேர்ட்** (1917-1979) **ஆல்பர்ட் எஷென்மோசர்** (1925-)உடனும் மற்றும் ஏறக்குறைய நூறு மாணவர்கள் மற்றும் ஆராய்ச்சி மாணவர்களும் அடங்கிய குழுவுடன் இணைந்து பல ஆண்டுகள் ஆய்வு செய்து இந்த மூலக்கூறினை ஆய்வகத்தில் உருவாக்கினார். இவ்வுருவாக்கம் ஏறக்குறைய 100 படிகளை கொண்டிருந்தது. இம்முயற்சியானது 1971 ஆம் ஆண்டு வெற்றி பெற்று கரிம வேதியியலின் ஒரு முக்கிய நிகழ்வாக திகழ்கிறது.

1985 ஆம் ஆண்டு **ராபர்ட் கர்ல்** (1933-), **ஹரோல்ட் க்ரோட்டோ** (1939-) மற்றும் **ரிச்சர்ட் ஸ்மல்லி** (1943-) கார்பனின் புதிய வடிவம் பற்றிய மிக முக்கியக் கண்டுபிடிப்பினை நிகழ்த்தினர். நிலைத்த தன்மையுடைய இக்கார்பன் மூலக்கூறில் அறுபது அணுக்களும் ஒரு மூடிய கூட்டினுள் அடுக்கப்பட்டு பார்ப்பதற்கு கால்பந்து போன்று உள்ளது. இக்கார்பன் ஆனது பிக்கி பால் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இதன் அமைப்பில் காணப்படும் சமச்சீர் தன்மை காரணமாக இது கவிகை மாடம் போன்றும் தோற்றமளிக்கிறது. இதன் அமைப்பானது கட்டிடக்கலைஞர் **பக்மினிஸ்டர் புல்லரின்** என்பவரால் கண்டறியப்பட்டதால் புதிய கார்பன் மூலக்கூறானது பக்மினிஸ்டர் புல்லரின் என்றே அழைக்கப்படுகிறது. அழகிய வடிவம் கொண்ட இம்மூலக்கூறு கண்டறியப்பட்ட நாள் முதல் இந்நாள் வரையிலும் இதனை நன்கு புரிந்து கொள்வதற்கான ஆய்வுகள் தொடர்ந்து கொண்டுள்ளன.



பக்மினிஸ்டர் புல்லரின் வடிவம்

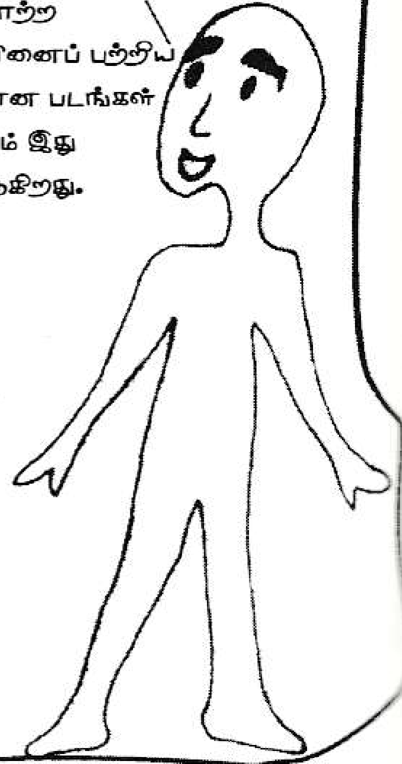
வேதியியல் கருவிகளில் மிகவும் குறிப்பிடத்தகுந்த ஒன்று 1981 ஆம் ஆண்டு **ஜெர்ட் பின்னிங்** (1947–) **ஹென்ரிச் ரோஹர்** (1933–) ஆகியோர் கண்டறிந்த

ஸ்கேனிங் டன்னலிங் மைக்ரோஸ்கோப்

(STM) ஆகும். இது குவாண்டம் இயந்திரவியலின் டன்னல் விளைவினை அடிப்படையாக கொண்டுள்ளது. இது ஒரே ஓர் அணுவினைக் கொண்ட கூர்மையான முனையினைக் கொண்டுள்ளது. இது பொருளின் மேற்பரப்பில் இருந்து அடிவரை பாயக்கூடிய வலுக்குறைந்த மின்னோட்டத்தினையும் கண்டறியக்கூடியது.

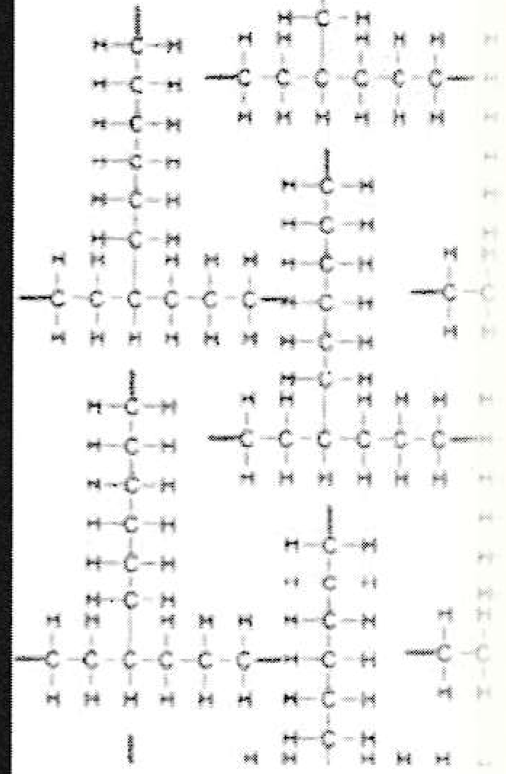
அம்மின்னோட்டத்தின் அடிப்படையில் பருப்பொருளின் பரப்பினைப் பற்றிய மிக நுட்பமான படத்தினை நம்மால் பெற இயலும். இதன்மூலம் தனிப்பட்ட அணுவினையும் நம்மால் கண்டறிய இயலும்.

வேதிவினை நடைபெறும்போதும், வேதியியல் நிகழ்வுகளின் போதும் அதனை உற்று நோக்குவதற்கான தொழில்நுட்பமானது 1980 களின் முடிவில் **அகமது சீவைல்** (1946–) என்பவரால் தொடங்கி வைக்கப்பட்டது. குறுகிய அதிக செறிவு கொண்ட ஒளியின் பிளாஷ்கள் பெம்டோவிநாடி இடைவெளிகளில் நிறமாலைமானி பகுப்பாய்வுகளை படம் எடுக்கிறது. ஒரு வேதிப்பிணைப்பின் உருவாக்கம் மற்றும் பிளவுகளை இம்முறையினைப் பயன்படுத்தி முன்னெப்போதும் இல்லாத வகையில் உணரவும், புரிந்து கொள்ளவும் முடிகின்றது.



வேதியியலின் தொழில் சார்ந்த பங்களிப்பு அதிகரித்ததன் காரணமாக வணிக புரட்சியானது ஏற்பட்டது. பிளாஸ்டிக்குகள், ரப்பர்கள், குறிப்பிட்ட பண்புகளைக் கொண்ட உலோக கலவைகள், தொழிற்சாலையில் நடைபெறும் வினைகளை துரிதப்படுத்துவதற்கான வினையூக்கிகள், மற்றும் எலெக்ட்ரானிக் பொருள்கள் முன்னெப்போதும் இல்லாத அளவிற்கு கண்டுபிடிக்கப்பட்டும், பயன்படுத்தப்பட்டும் வருகின்றன.

நாம் தொழில் சார்ந்த பங்களிப்புப் பொருள்களான பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் மற்றும் சின்தெடிக் பாலிமர்களின் கண்டுபிடிப்பு காலங்களை எடுத்துக்கொள்வோம். முதல் முழுமையான சின்தெடிக் பிளாஸ்டிக்கான பேக்லைட் 1907 ஆம் ஆண்டு *லியோ ஹெச் பேக்லேண்ட்* (1863–1944) என்பவரால் கண்டறியப்பட்டது. இது உறுதியாகவும், குறைந்த எடையுடனும் இருப்பதால் தூரிகைகள் முதல் சமையல் பாத்திரங்களின் கைப்பிடிகள் வரை பல இடங்களில் இன்று பயன்படுத்தப்படுகின்றது. *வல்லஸ் ஹியூம் காரதெரஸ்* (1896–1937) முதல் தொழில்முறையிலான பாலிமர் இழையான நைலானை 1938 ஆம் ஆண்டு கண்டறிந்தார். 1950களில் பாலிமர்களை உருவாக்குவதற்கான பல புதிய வழிமுறைகள் கண்டறியப்பட்டு பொதுவாக பயன்படுத்தப்படும் பிளாஸ்டிக்குகளின் கண்டுபிடிப்பினை சாத்தியமாக்கியது. அதிக அடர்த்தி கொண்ட பாலி எத்திலின் மற்றும் பாலி புரோப்பலீன் இவ்வாறான கண்டுபிடிப்பாகும். *கார்ல் சீக்லர்* (1898–1973) மற்றும் *கியூலியோ நட்டா* (1903–1979) ஆகியோர் இவ்வாறான கண்டுபிடிப்புகளை நிகழ்த்திய பல வேதியியலாளர்களில் அடங்குவர். அநேக பாலிமர்கள்அரிதிற் கடத்திகளாகும். ஆனால் 1970 களின் பிற்பகுதிகளில் கண்டறியப்பட்ட பாலிமர்கள் மின்னோட்டத்தினைக் கடத்தக்கூடிய பண்பினையும் பெற்று இருந்தன. பாலிமர் கடத்திகள் உலோகங்களை விட லேசானதாகவும், விலை குறைவானதாகவும் இருப்பதால் பிற்காலத்தில் உலோகங்களைக் காட்டிலும் அதிக பயன்பாட்டிற்கு இவை வரக்கூடும்.



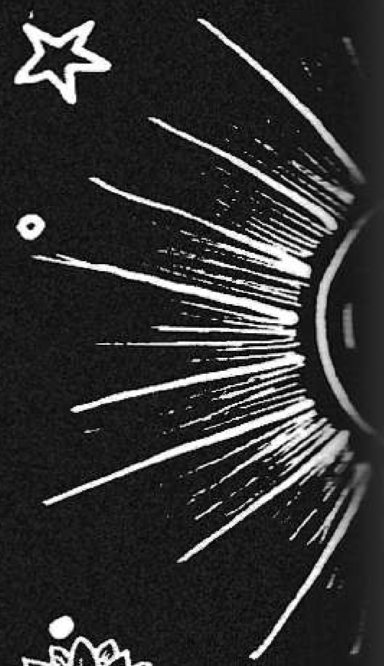
வேதியியலானது நமது பொருள் சார்ந்த வாழ்க்கையினை முன்னெப்போதும் இல்லாத வகையில் சுலபமாக மாற்றி அமைத்தபோதிலும், பெரும் தொழிற்சாலைகளும், வேதிப்பொருள்களும் **நமது சுற்றுச்சூழல்மீது தாக்கத்தினை ஏற்படுத்துவதாக** அமைந்துள்ளன.

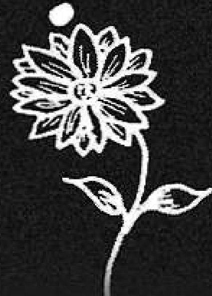


உதாரணமாக நாம் குளோரோபுளூரோ கார்பனை எடுத்துக்கொள்வோம். குளிர்சாதனப்பெட்டியில் அம்மோனியாவிற்குப் பதிலாக குளிர்விப்பானாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது மந்த வாயு என்பதனால் இதனால் எவ்வித வினையிலும் ஈடுபடாமல் வளிமண்டலத்தின் உயரத்தினை அடையமுடிகிறது. அங்கு சென்றவுடன் சூரியனிலிருந்து வரும் புற ஊதாக்கதிர்களின் காரணமாக சிதைவுற்று குளோரின் அணுக்களை வெளியிடுகிறது. குளோரின் அணுக்கள் ஓசோன் அணுக்களுடன் வினைபுரிந்து நமது புவியினைப் பாதுகாக்கும் ஓசோன் படலத்தின் அடர்த்தியினை குறைக்கிறது. 1990களிலிருந்து குளோரோ புளூரோ கார்பன்களின் பயன்பாடு சீராக குறைந்து வந்தாலும், நல்ல பொருளாக தோற்றமளித்து பரவலாக பயன்படுத்தப்பட்டிருந்த அதன் எதிர்பாரா விளைவுகளை மெய்ப்பித்து கொண்டிருக்கிறது.



நமது தேவைகளை நிறைவற்றிக் கொண்டே நமது சுற்றுச்சூழலையும் பாதுகாக்கின்ற சவாலை தீர்க்கும் வாய்ப்பினை, வேதியியல் பிற அறிவியல் பிரிவுகளோடு இணைந்து நமக்கு வழங்குகிறது. வேதியியலானது தனது எல்லைகளை விரிவுசெய்து இன்று பல துறைகளுடன் இணைந்து செயல்படுவதாக மாறியுள்ளதை நாம் பார்க்கிறோம். இத்தகைய ஒருங்கிணைப்பானது நம்முன் உள்ள சவால்களைப் பரந்துபட்ட பார்வையில் புரிந்துகொள்ள நமக்கு வாய்ப்பளித்திருக்கிறது. வருங்காலத்தில் வேதியியலின் கதையில் ஆர்வத்தினைத் தூண்டும் புதிய அத்தியாயத்தினைத் இது துவக்கி வைக்கலாம். நாம் இதைக் காத்திருந்து காண்போம்!





தனிம வரிசை அட்டவணை

டிமிட்ரி மெண்டலீப் (1834–1907)

ருஷ்ய வேதியியலாளர், டிமிட்ரி மெண்டலீப், முதன்முதலில் தனிமங்கள் அணுநிறைகளின் அடிப்படையில் வரிசைப்படுத்தப்பட்டால் அவை ஒரேவிதமான பண்புகளை வெளிப்படுத்துகின்றன என்பதனைக் கண்டறிந்தார். தனிம வரிசை அட்டவணையின் கண்டுபிடிப்பு நவீன வேதியியலின் முதுகெலும்பாக கருதப்படுகிறது.

மெண்டலீப்பின் தனிம வரிசை அட்டவணையனது அந்நாள் வரையிலும் கண்டறியப்படாத பல்வேறு தனிமங்களின் கண்டுபிடிப்பிற்கு வழிவகுத்தது.

பதினேழு குழந்தைகள் அடங்கிய குடும்பத்தின் மிக இளையவரான மெண்டலீப் வேதியியலின் குறிப்பிடத்தகுந்த மனிதராக, தனிமங்களின் வகைப்படுத்துதலை அறிமுகப்படுத்தியதன் மூலம், வேதியியலைக் கற்பிப்பதிலும் புதிய தனிமங்களை யூகித்து அறிவதிலும் அந்நாள் வரையிலும் இல்லாத மைல்கல்லினை உருவாக்கினார். 1955 ஆம் ஆண்டு தனிமம் 101 கண்டறியப்பட்டு மெண்டலீபியம் என அவரது பெயரால் வழங்கப்படுகிறது.

H ஹைட்ரஜன் 1								
Li லித்தியம் 3	Be பெர்லியம் 4							
Na சோடியம் 11	Mg மெக்னீசியம் 12							
K பொட்டாசியம் 19	Ca கால்சியம் 20	Sc ஸ்கேண்டியம் 21	Ti டைட்டானியம் 22	V வெனேடியம் 23	Cr குரோமியம் 24	Mn மாங்கனீசு 25	Fe இரும்பு 26	Co கோபால்ட் 27
Rb ரூபிடியம் 37	Sr ஸ்ட்ரான்டியம் 38	Y இட்ரீயம் 39	Zr சிர்கோனியம் 40	Nb நியோபியம் 41	Mo மாலிப்டினம் 42	Tc டெக்னீசியம் 43	Ru ருத்தேனியம் 44	Rh ரோடியம் 45
Cs சீசியம் 55	Ba பேரியம் 56	லாந்தனைட் தொடர்கள்	Hf ஹாப்னியம் 72	Ta டேன்டலம் 73	W டங்ஸ்டன் 74	Re ரேனியம் 75	Os ஓஸ்மியம் 76	Ir இரிடியம் 77
Fr பிரான்சியம் 87	Ra ரேடியம் 88	ஆக்டினைட் தொடர்கள்	Rf ருதர்போர்டியம் 104	Db டூப்னியம் 105	Sg சீபோர்கியம் 106	Bh போரியம் 107	Hs ஹாசியம் 108	Mt மெய்ட்னீரியம் 109

L	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	லாந்தனம்	சீரியம்	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	டெர்பியம்	[illegible]	ஹோல்மியம்	எர்பியம்	தூலியம்	[illegible]	[illegible]



இப்புத்தகம் வேதியியலின் கதையினை
அதன் ஆரம்ப நிலையிலிருந்து இன்றைய
நவீன வளர்ச்சிவரை விவரித்துள்ளது.
எண்ணற்ற தொழில்நுட்ப
பயன்பாடுகளின் மூலம் வேதியியல்
மனிதனின் ஒவ்வொரு செயல்பாட்டிலும்
நிறைந்து அது உருவாகிய காலம் முதல் காணப்படாத
ஆர்வத்தினை இன்று வேதியியல் துறையில் பலருக்கு
ஏற்படுத்தியுள்ளது. இப்புத்தகத்தில் காணப்படும்
விளக்கப்படங்கள் வாசகர்களை வேதியியலின்
வரலாற்றின் வழியாக ஆர்வமூட்டும் பயணத்தினை
மேற்கொள்ளச் செய்யும்.